XA
.R483

Per. 2
Vol. 37
1870

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA SALUTE POPULIQUE
1891

LIBRARY

TRANSFERRED 1923 FROM
GENEVA BOTANICAL GARDEN

Septemb 1897 R.W. Gibson Invt

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

XA
.R483
Per. 2
Vol. 37
1870

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME TRENTE-SEPTIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL

NEUCHATEL
DELACHAUX ET SANDOZ

1870

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

NOTICE SUR LA CINQUIÈME ANNÉE

DES

OBSERVATIONS THERMOMETRIQUES ET PLUVIOMÉTRIQUES SUISSES

AINSI QUE SUR LES

RÉSULTATS DES CINQ ANNÉES SOUS LE RAPPORT

DU DÉCROISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE AVEC LA HAUTEUR

Lue à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève,
dans la séance du 4 novembre 1869,

PAR

M. le Professeur GAUTIER.

L'année météorologique comprise entre les mois de décembre 1867 et de novembre 1868 présente de l'intérêt sous plusieurs rapports; elle a été en général chaude et sèche, et les principales récoltes y ont été fort bonnes. Mais elle a donné lieu, en Suisse, à quelques intempéries locales, et tout particulièrement à la terrible inondation qui a dévasté, en automne, quelques districts des cantons de la Suisse orientale. En qualité de cinquième année d'observation du réseau suisse, elle permet d'obtenir déjà, pour la plupart des stations, des moyennes d'une demi-décade, et d'en déduire des résultats de quelque valeur. M. le professeur Rodolphe Wolf, directeur de l'observatoire fédéral de Zurich et du bureau central qui y est établi pour les observations météorologiques, a bien apprécié cette circonstance, en joignant, dans le cahier de novembre 1868 du Recueil in-4° de ces observations, au tableau des moyennes de la dernière année, celui des moyennes générales mensuelles

AUG 7 - 1923

et annuelles de la température, ainsi que de celles d'hiver et d'été, résultant des cinq années d'observations, en 67 stations, sauf un petit nombre d'entre elles où les résultats ne comprennent que quatre ans.

Dans cette Notice, qui fait suite aux quatre précédentes que j'ai eu l'honneur de présenter à notre Société, je m'occuperai d'abord des températures d'année et de saisons, ainsi que de l'eau de pluie et de neige, pour cette cinquième année d'observations ; j'examinerai ensuite les résultats des cinq années, sous le rapport des températures et de leur décroissement avec la hauteur, soit d'après l'ensemble des observations, soit d'après celles faites en hiver et en été.

Températures.

Le tableau ci-joint renferme les températures moyennes des quatre saisons et de l'année comprise entre décembre 1867 et novembre 1868, résultant des observations faites en 68 stations suisses. Le tableau publié par M. Wolf en contient 72, mais les observations faites à Fribourg, St-Imier, Thusis et à la Bernina, qui présentent de nombreuses lacunes, ne font pas partie du mien. J'y ai admis, cependant, celles de Bex où il manque quatre mois, celles d'Auen, canton de Glaris, où il en manque deux, et celles de Schwartzenbourg, de Bœzberg et du Righi-Kulm, où il en manque un. Remüs ne s'y trouve plus, mais Schwartzenbourg et Sursée y figurent pour la première fois. Cette dernière station parait être froide, quoique le thermomètre y ait atteint une grande élévation en été. J'ai joint, dans le tableau, pour celles où il y a eu quatre à cinq années d'observations, aux températures moyennes de la cinquième année, celles résultant

de l'ensemble des observations, d'après le tableau calculé au Bureau central de Zurich, ce qui permet de comparer les moyennes de la dernière année avec les moyennes quinquennales. J'ai continué, comme pour les années précédentes, à donner pour Genève, le Simplon et le Saint-Bernard, les températures résultant de la moyenne des trois mêmes heures d'observations diurnes que dans les autres stations, afin qu'elles soient plus comparables entre elles.

L'année dernière a été généralement une année chaude pour la Suisse, jusqu'à environ 1200 mètres d'altitude, mais pour les stations plus élevées, la température moyenne annuelle y a été, sauf en quelques cas, plutôt inférieure à sa valeur quinquennale.

Les mois de décembre 1867, de janvier, mars, avril et novembre 1868 ont été, à Genève et au Saint-Bernard, un peu plus froids qu'ils ne le sont généralement, comme cela résulte du tableau de la page 94 du dernier *Résumé météorologique* de M. le professeur Plantamour, publié dans le cahier d'octobre 1869 de nos *Archives*. Il y a eu, le 6 décembre 1867, à Genève, une couche de neige d'environ 7 ½ centimètres d'épaisseur, qui n'a fondu entièrement qu'au bout de six à sept jours. Il y en a eu encore un peu, à trois reprises, en janvier 1868, et une couche de 20 centimètres le 10 mars, qui a couvert le sol pendant deux jours. Enfin, le 6 novembre, il a neigé à Genève pendant vingt-quatre heures, ce qui a occasionné, dans son voisinage, la rupture de beaucoup de branches d'arbres, et a recouvert, pendant plusieurs jours, le sol d'une couche de neige qui a atteint 10 centimètres de hauteur. Les principales de ces chutes de neige ont eu lieu à une époque de l'année où il en tombe peu en général.

Les mois de mai, juin et septembre 1868 ont été en revanche, à Genève et dans toute la Suisse, notablement plus chauds que de coutume. Le mois de mai surtout a présenté une élévation de température extraordinaire, qui a été très-favorable aux récoltes. On trouve, en chaque station, une différence de 8 à 10 degrés entre la moyenne d'avril et celle de mai ; cette dernière a été plus élevée à Genève de 4°,7 que celle des quarante années 1826 à 1845, et plus élevée aussi de 4°,87 au Saint-Bernard que celle des vingt-sept années 1841 à 1867. Aussi le printemps a-t-il présenté, dans ces deux stations, une température sensiblement plus chaude que la moyenne, et il en a été de même de l'été. M. Plantamour remarque, dans son *Résumé*, que la série des huit années 1861 à 1868 manifeste, à l'exception de 1864, une élévation soutenue dans la température.

Bevers, en Engadine, a présenté l'année dernière, comme dans d'autres, avec une altitude de 1715 mètres seulement, le point extrême de froid, de 28°,7 centigrades, observé en Suisse le 1er janvier 1868. Le thermomètre est descendu, le même jour, à 27° au Saint-Gothard, à 26°,3 à Andermatt, et à 26° à Zernetz. Le *minimum* annuel n'a été que de 20°,4 au Saint-Bernard, le 3 décembre 1867. Il a été à Genève, le 3 janvier, de 10°,1 ; à Montreux, le 1er janvier, de 9°,3 ; à Bâle et à Aarau, de 14°,2 le 4 janvier, etc.

Quant au *maximum* thermométrique de l'année, c'est Genève qui a eu le dessus, même sur Bellinzone et Lugano, la température s'y étant élevée à 34°,9 le 26 juillet, tandis qu'elle a atteint seulement, le même jour, 33°,3 à Lugano, et 33°,2 à Bellinzone le 28 mai (peut-être, dans ces deux stations, n'y a-t-il pas encore de thermomètre à

maximum). On a eu 34° à Marschlins le 16 août; 33°,5, soit à Sursée le 22 juillet, soit à Kaisersthul le 23; 33°,2 à Neuchâtel le 22 juillet; 31°,3 à Montreux le 27, et 18°,4 le 26 au Saint-Bernard.

A Lausanne, d'après les observations de M. le professeur Marguet, la température moyenne de l'année qui nous occupe a été de 9°,75: celle des quatre saisons a été :

Pour l'hiver 0°,08; le printemps 10°,22; l'été 18°,6; l'automne 10°,6. Le thermomètre à *maximum* a atteint 30° le 10 août.

Le tableau de M. Wolf, des moyennes quinquennales, en renferme quelques-unes de quatre ans seulement, qui manquent dans le mien, parce que les observations n'ont pas eu lieu en ces stations dans la cinquième année. Je vais les rapporter ici, en y joignant les moyennes d'hiver et d'été.

	Altitude.	Températures moyennes annuelles.	d'hiver.	d'été
	Mètres:	°	°	°
Rathausen (Lucerne) ..	440	9,02	0,07	17,60
Glaris.....	473	8,51	—0,48	16,40
Thusis (Grisons).....	711	8,73	—1,64	18,41
Saint-Imier (Berne) ...	833	7,57	—1,12	15,49
Remüs (Grisons)	1245	5,70	—3,85	14,53
Bernina »	1873	2,44	—4,94	10,75

Les moyennes de quatre à cinq ans s'écartent peu, en général, des moyennes annuelles, et manifestent toujours, dans le même sens, les différences locales de température déjà remarquées entre des stations situées à peu près à la même hauteur. Ainsi, Montreux, Gersau, Sion, Altorf, Græchen, sont des stations comparativement chaudes, tan-

dis que Bevers, Andermatt, le Grimsel, Sils, Reckigen, Einsiedeln, Engelberg, Ponts-de-Martel, Berne, Saint-Gall, Soleure et Aarau, sont des stations plus ou moins froides.

On peut voir, d'après la colonne des moyennes quinquennales de mon tableau, quelles sont les stations les plus favorables sous le rapport de la température moyenne annuelle. Les deux plus chaudes sont naturellement Bellinzone et Lugano; puis on trouve, en allant successivement en décroissant : Sion, Montreux, Castasegna, Genève et Martigny. Ces deux dernières stations ont la même moyenne annuelle 10°,0; l'hiver étant plus froid à Martigny qu'à Genève, mais l'été y étant plus chaud. Viennent ensuite, toujours dans l'ordre du décroissement des températures, entre 9°,9 et 7°,8 : Brusio, Bâle, Bex, Altorf, Neuchâtel, Coire, Sargans, Zurich, Olten, Schaffhouse, Brienz, Interlach, Aarau, Soleure, Schwytz, Berne et Saint-Gall. Gersau sera probablement intermédiaire entre Montreux et Genève. Les trois premières années d'observations avaient donné 9°,7 pour Morges.

On doit remarquer que toutes ces moyennes, se fondant seulement sur trois observations diurnes, faites à sept heures du matin, une heure et neuf heures du soir, doivent être abaissées d'environ $^1/_3$ de degré pour donner les vraies températures moyennes.

Eau de pluie et de neige.

Le cahier de novembre 1868 du Recueil des observations suisses, contient un tableau mensuel et annuel de l'eau tombée pendant la cinquième année en quarante-deux stations, ainsi que les valeurs *minima* et *maxima* de cet élément, obtenues, en ces mêmes stations, pendant

les cinq ans. J'ai cherché à compléter, d'après les cahiers mensuels, les valeurs annuelles pour les stations non comprises dans le tableau de M. Wolf, et il n'en reste plus que quatre : Bex, Soleure, le Saint-Gothard et le Julier, où cette donnée manque dans mon tableau.

L'année 1868 n'a pas été très-pluvieuse dans le centre et l'ouest de la Suisse. A Genève, par exemple, il n'est tombé que 682^{mm},8 d'eau de pluie et de neige, soit 141 millimètres de moins que la quantité moyenne. L'eau tombée au Saint-Bernard (1075^{mm},9) a été beaucoup moins abondante que de coutume, surtout en hiver, où il y a eu très-peu de neige. A Neuchâtel, Berne, Zurich et Bâle, il y a eu assez peu de pluie, sauf dans les mois d'août, septembre et octobre, qui ont été généralement pluvieux en Suisse. C'est dans ces trois mois qu'il y a eu malheureusement, pendant quelques jours consécutifs, d'énormes chutes de pluie dans les cantons d'Uri, de Glaris, du Valais, des Grisons et du Tessin, qui y ont occasionné, dans bien des localités, de grands désastres. Ainsi, il est tombé :

Du 26 au 28 septembre,	540 ½	millimèt.	d'eau	au Bernardin.
Du 18 au 30 du même mois,	468	»	»	au St-Gothard.
» »	379,5	»	»	au Splügen.
» »	363,3	»	»	à Castasegna.
» »	348,9	»	»	à Lugano.
» »	418,5	»	»	à Bellinzone.
Du 1er au 5 octobre, il en est encore tombé,	611,4	»	»	au Bernardin.
» »	393,0	»	»	au St-Gothard.
» »	304,1	»	»	au Splügen.
» »	329,2	»	»	à Castasegna.
» »	195,6	»	»	à Lugano.
» »	391	»	»	à Bellinzone.

Les stations où il y en a eu le plus dans la cinquième année ont été :

				mm
le Bernardin,	où il est en tombé en		10 mois	3201,6
Auen (Glaris),	»	»	12 mois	2209,8
le Grimsel,	»	»	»	2194,9
Lugano,	»	»	»	2031,9

Celles où il y en a eu le moins, sont : Martigny 638^{mm} ; Lohn 641,8 ; Græchen 644,9 et Sion 648,1.

Décroissement de la température, en Suisse, avec la hauteur.

MM. Plantamour et Hirsch se sont déjà occupés de ce sujet, d'après la comparaison des observations en quelques stations, et j'ai fait mention, dans ma précédente Notice, des recherches de ce dernier. Le tableau des températures moyennes quinquennales, mentionné plus haut, fournit des éléments plus étendus, et permet de déterminer la loi de décroissement, non-seulement pendant l'année entière, mais aussi en hiver et en été.

Quand on examine, dans ce tableau, les différences de température moyenne qui ont lieu entre les stations placées à diverses altitudes, on voit, au premier coup d'œil, que ces différences de température sont toujours plus petites en hiver qu'en été, et ne sont, dans certains cas, en hiver, que la moitié ou le tiers de celles d'été, pour une même différence de hauteur au-dessus du niveau de la mer. On doit l'attribuer à ce que l'action du soleil, dans les longs jours d'été, où ses rayons se rapprochent davantage de la direction verticale, réchauffe beaucoup plus le sol et les couches basses de l'atmosphère que les supérieures,

de manière à produire un décroissement de température avec la hauteur beaucoup plus rapide en été qu'en hiver.

Il y a ensuite les différences locales de température que j'ai rappelées plus haut, et qui sont aussi plus sensibles en hiver qu'en été. Ainsi, la comparaison de quelques moyennes d'hiver semblerait manifester un accroissement plutôt qu'un décroissement de température avec la hauteur, et, quand le décroissement est trop faible, par l'effet de ces circonstances locales, il doit être évidemment éliminé des résultats.

J'ai formé divers groupes de stations plus ou moins basses, situées dans le voisinage des stations les plus élevées; en divisant la différence, en mètres, de leurs altitudes respectives, par celle de leur température moyenne, annuelle, hivernale et estivale, exprimée en degrés centigrades et centièmes de degré, j'ai obtenu, dans chaque cas, le nombre de mètres et dixièmes de mètre d'altitude, correspondant à un abaissement d'un degré centigrade de température.

Je dois entrer, maintenant, dans quelques détails sur ces divers groupes, en me bornant, cependant, à rapporter le résultat moyen de chacun d'eux.

Le premier, par ordre d'altitude, est celui autour du grand *Saint-Bernard*. Il comprend huit autres stations plus basses, savoir : le Simplon, Græchen, Reckigen, Sion, Martigny, Bex, Montreux et Genève. Les valeurs obtenues, par la comparaison de ces stations avec ce col très-élevé, y marchent assez d'accord ; mais Reckigen, station froide, y compense Græchen, station chaude. En éliminant l'hiver pour Reckigen, la moyenne des huit comparai-

sons donne, pour la différence d'altitude correspondant à un décroissement de température d'un degré :

En hiver, 231,1 mètres ; en été, 154^{m},3 ; et dans l'année, 181^{m},8.

Le deuxième groupe est celui de dix stations autour du mont *Julier*, dans les Grisons, savoir : la Bernina, Sils, Zernetz, Platta, Churwalden, Closters, Reichenau, Coire, Marschlins et Sargans. Bevers, l'une des plus voisines du Julier, paraîtrait devoir être comprise dans ce groupe, mais sa température, extraordinairement froide, la rend tout à fait anormale. Quoique plus basse de 529 mètres que la station du Julier, l'hiver y est plus froid d'un demi-degré, et l'été n'y est plus chaud que de 3° $^{1}/_{2}$. Les dix autres stations donnent, en moyenne, pour l'élément qui nous occupe :

En hiver, 245^{m},7 ; en été, 165^{m},2 ; et dans l'année, 171^{m},5.

Le troisième groupe est celui que forment, autour du *Saint-Gothard*, les quinze stations suivantes : Grimsel, Andermatt, Platta, Reckigen, Einsiedeln, Brienz, Interlaken, Berne, Schwitz, Zurich, Glaris, Altorf, Bâle, Lugano, Bellinzone. Il ne s'y trouve pas d'élément très-discordant à éliminer, et les moyennes respectives donnent dans leur ensemble :

Pour l'hiver, 239^{m},7 ; pour l'été, 143^{m},4 ; et pour l'année, 165^{m}.

Le quatrième groupe est celui formé autour de la station du mont *Bernardin*, dans les Grisons, par les quatorze autres stations suivantes :

Sils, Splügen, Churwalden, Closters, Brusio, Castasegna, Thusis, Coire, Reichenau, Marschlins, Sargans, Altorf, Lugano et Bellinzone.

Celle de Splügen ne présentant, en hiver, qu'une différence moyenne de température d'un tiers de degré au-dessus de celle du Bernardin, malgré une différence d'altitude de 599 mètres, je l'ai éliminée pour l'hiver, de même que celle de Sils, plus basse de 260 mètres que le Bernardin, et où l'hiver est cependant plus froid, en moyenne, de 0°,65. Les valeurs conservées donnent, en moyenne, pour ce groupe :

En hiver, 246^{m},7 ; en été, 167°,2 ; et dans l'année, 184^{m}.

Le cinquième groupe se compose de neuf stations autour de celle du Simplon, savoir :

Græchen, Reckigen, Brusio, Thusis, Castasegna, Sion, Martigny, Bellinzone et Lugano.

Il n'y a d'autres valeurs à en éliminer que celle de l'hiver pour Reckigen, vu la différence de un degré seulement entre sa température moyenne et celle du Simplon, malgré une différence d'altitude de 669 mètres. Les autres valeurs donnent en moyenne :

Pour l'hiver, 215^{m}.8 ; pour l'été, 147^{m}.8 ; et pour l'année, 165^{m},7.

C'est le groupe voisin de l'Italie, qui donne, comme on le voit, le plus rapide décroissement de température.

Le sixième groupe est situé autour de la station du *Righi-Kulm*, au centre de la Suisse, et comprend vingt-deux autres stations, savoir, par ordre d'altitude :

Chaumont, Beatenberg, Engelberg, Einsiedeln, Uetliberg, Brienz, Bœzberg, Berne, Interlach, Schwytz, Muri, Zurich, Altstætten, Altorf, Winterthur, Rathausen, Kreuzlingen, Frauenfeld, Schaffhouse, Olten, Aarau et Bâle.

La température moyenne d'hiver à Einsiedeln, n'étant au-dessus de celle du Righi-Kulm que de 1°,13, malgré une différence d'altitude de 874 mètres, je ne l'ai pas fait entrer dans les résultats, non plus que celle d'hiver à Engelberg, où il n'y a que 1°,35 d'écart de température moyenne pour 760 mètres de différence d'altitude.

Les résultats conservés donnent pour ce groupe :

En hiver, 340^{m},2 ; en été, 162^{m},2 ; et dans l'année, 204^{m}.

Ce groupe central donne lieu à un décroissement de température relativement moins rapide que les précédents, surtout pour l'hiver.

Il en est de même des deux derniers groupes, dont l'un se compose de sept stations, assez voisines de celle de Chaumont, dans le canton de Neuchâtel; et l'autre de quatre stations près de l'Uetliberg, canton de Zurich.

Les stations autour de la montagne de *Chaumont*, sont : Neuchâtel, Saint-Imier, Berne, Soleure, Sainte-Croix, Vuadens et Affoltern.

Mais il n'y en a que quatre qui donnent un résultat acceptable pour l'hiver, les températures moyennes de cette saison à Saint-Imier, Berne et Vuadens, différant trop peu de celle de Chaumont, et la différence d'altitude étant d'ailleurs peu considérable. Les moyennes restantes donnent pour ce groupe :

En hiver, 308^{m},8 ; en été, 158^{m},2 ; et dans l'année, 206^{m},4.

Le groupe autour de l'*Uetliberg* comprend les stations de Zurich, Muri, Winterthur et Rathausen, qui donnent, en moyenne, les résultats suivants :

Pour l'hiver, 388^{m},7 ; pour l'été, 161^{m} ; et pour l'année, 227^{m},6.

En résumé, si l'on fait la somme totale des résultats de chaque station dans chaque groupe, et qu'on en prenne la moyenne générale, on obtient les valeurs suivantes pour la différence moyenne d'altitude correspondant à un degré centigrade d'abaissement de la température en Suisse, d'après des comparaisons de quatre ou cinq ans d'observations :

En hiver, d'après.....	78	comparaisons,	$280^m,1$
En été, d'après.....	89	»	$159^m,0$
Dans l'année entière, d'après	89	»	$186^m,2$.

Le chiffre élevé de ces comparaisons, tient à ce que quelques-unes des stations ont été employées à plusieurs reprises, comme points de comparaison. On n'y a cependant pas tenu compte des stations, anciennes ou nouvelles, où il a été fait moins de quatre ans d'observations.

Additions au cinquième volume des observations Suisses.

Comme dans les années antérieures, M. Wolf a fait précéder le recueil des observations mensuelles, dans chacune des soixante-douze stations de la cinquième année, d'un préambule, daté du 27 juillet 1869, dans lequel il donne quelques détails sur cette publication.

Les travaux du Bureau météorologique central de Zurich ont continué a être effectués, sous sa direction, par MM. Graberg et Mayer, assistés, en partie, par M. Fluck.

M. Graberg ne s'occupe plus, maintenant, que des tableaux graphiques, qui sont joints aux cahiers mensuels, et dont j'ai déjà parlé dans ma précédente Notice. On a

continué à insérer, à la fin de ces cahiers, les résultats d'anciennes observations faites à Berne, à Bâle et sur l'Uetliberg.

M. Wolf a fait suivre son préambule de deux petits mémoires additionnels, dont l'un, rédigé par M. le professeur C. Cramer, de Zurich, a pour titre : *Sur quelques chutes de poussière météorique et sur le sable du Sahara.* L'auteur y décrit, en détail, soit les diverses substances organiques contenues dans le sable du désert du Sahara Algérien, rapporté par M. Escher de la Linth, soit celles recueillies, dans les Grisons, en janvier 1867, après une chute de neige rouge, et qui ont déjà été l'objet d'un petit mémoire de M. Killias, dans le quatrième volume du Recueil.

M. Cramer a joint à ses descriptions, faites à l'aide du microscope, deux planches. La comparaison qu'il a faite de ces substances, recueillies en Suisse, avec les autres, lui démontre la possibilité qu'elles viennent aussi, en partie, du Sahara par le Föhn : mais il ne me paraît pas regarder le fait comme étant encore définitivement prouvé.

Le deuxième petit mémoire est une notice de M. le professeur Hirsch, directeur de l'observatoire de Neuchâtel, sur le thermomètre à *minimum* et à *maximum* de MM. Hermann et Pfister à Berne.

J'ai déjà eu l'occasion de décrire sommairement ce thermomètre métallique dans ma précédente Notice, et d'en parler avantageusement, d'après les épreuves auxquelles M. Wolf l'avait soumis. M. Hirsch, après un examen approfondi, dont tous les détails se trouvent dans son petit mémoire, confirme entièrement l'opinion favorable que M. Wolf en avait conçu. Il a déjà remis un thermomètre de ce genre dans les stations neuchâteloises

de Chaumont et de Ponts-Martel, et il croit qu'on peut les confier sans inconvénient aux observateurs ordinaires.

M. Hirsch annonce, à la fin de sa Note, que M. Hipp a construit, dernièrement, pour l'établissement central de Vienne, un *thermomètre électrique enregistreur*, qui lui paraît recommandable aussi par son exactitude dans les limites où il l'a expérimenté.

La publication de la sixième année des observations suisses a déjà commencé, et elle comprend trois stations nouvelles : celle de *Schuls* dans les Grisons, à 1200 mètres d'altitude, celle *d'Airolo*, dans le Tessin, à 1172 mètres, et celle de *San-Vittore*, dans ce dernier canton, à 268 mètres d'altitude seulement, ce qui fait en tout soixante-onze stations.

M. Wolf termine son préambule par une longue énumération des sociétés savantes, des observatoires et institutions scientifiques diverses, d'Europe et d'Amérique, qui envoient leurs publications au Bureau central de météorologie suisse en échange de son Recueil. C'est un encouragement de plus, soit pour les collaborateurs de ce Bureau, soit pour les observateurs eux-mêmes, à poursuivre leurs utiles travaux.

Tableau des températures moyennes des quatre saisons et de l'année comprise entre décembre 1867 et novembre 1868, des extrêmes et de la moyenne annuelle de la dite année, ainsi que de celle des cinq années 1864 à 1868, et de l'eau tombée dans la dernière; résultant de trois observations diurnes en soixante-huit stations suisses, ordonnées d'après leur altitude.

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Température en degrés centigrades.								Eau tombée de 1867 à 1868 en millimètres.
		Hiver Décem. 1867 Février 1868	Printemps Mars-Mai 1868.	Été Juin-Août 1868.	Automne Sept.-Nov. 1868.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Moyennes de l'année 1867-1868.	Moyennes des cinq années 1864 à 1868.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	°	mm
Bellinzone (Tessin) . . .	229	3,1	14,5	22,7	12,4	— 7,6	33,2	13,2	12,6	1766,7 [1]
Lugano »	275	3,1	12,8	21,2	12,3	— 7,2	33,3	12,3	12,0	2031,9
Bâle	278	0,6	10,6	19,4	9,5	—14,2	30,5	10,0	9,8	785,9
Kaiserstuhl (Argovie) . .	362	0,4	10,3	19,1	9,8	—13,2	33,5	9,9		658,7
Montreux (Vernex, Vaud)	385	2,0	10,9	19,7	11,1	— 9,3	31,3	10,9	10,7	982,6
Arau (Argovie)	386	—0,5	19,8	18,1	8,7	— 14,2	29,6	9,0	8,8	780,5
Olten (Soleure)	393	0,1	10,3	19,0	9,3	—12,7	30,4	9,7	9,2	867,9
Schaffhouse	398	0,0	10,4	19,3	9,5	—14,9	31,9	9,8	9,1	669,7
Genève	408	0,9	10,3	19,1	10,2	—10,1	34,9	10,1	10,0	682,8
Frauenfeld (Thurgovie)	422	—0,5	9,5	18,3	8,8	—12,7	28,6	9,0	8,8	820,1
Kreuzlingen »	424	0,1	10,1	18,3	9,5	—12,5	28,6	9,5	8,6	1173,1
Porrentruy (Berne) . . .	430	—0,2	9,8	18,3	8,6	—18,0	32,3	9,1		789,1
Bex (Vaud)	437		10,6		9,9				9,8	
Winterthur (Zurich) . .	441	—0,6	9,6	18,5	8,7	—15,9	32,5	9,1	8,7	793,6
Altorf (Uri)	454	0,5	10,3	18,4	10,1	—10,9	30,7	9,8	9,8	1496,9

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degres centigrades.								Eau tombée de 1867 à 1868 en millimètres.
		Hiver.	Printemp.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Moyennes de l'année.	Moyennes des cinq années 1864 à 1868.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	°	mm
Gersau (Schwytz)	460	1,5	10,3	19,1	10,5	— 9,4	29,0	10,4		1464,2
Soleure	474	—0,2	9,9	18,7	8,8	—13,2	28,6	9,3	8,8	
Altstætten (St-Gall) ..	478	—0,8	10,3	18,6	9,9	—16,4	31,0	9,7	9,3	1112,4
Zurich.....	480	—0,2	10,3	18,8	9,3	13,2	29,5	9,7	9,2	883,2
Muri (Argovie)	483	—0,6	9,8	18,2	8,7	—14,5	30,1	9,0	8,7	876,9
Neuchâtel	488	0,3	10,3	19,2	9,6	—12,9	33,2	9,8	9,5	721,8
Martigny (Bourg, Valais)	498	—0,6	11,3	19,6	9,9	—13,3	32,2	10,0	10,0	638,0
Sursée (Lucerne)	505	—1,3	8,9	17,5	8,1	—18,0	33,5	8,3		1007,1
Sargans (St-Gall)	501	—0,6	10,3	18,1	10,2	—14,0	31,4	9,5	9,4	1268,9
Sion (Valais).....	536	0,3	11,9	20,2	10,8	—12,0	31,7	10,8	10,8	648,1
Marschlins (Grisons)..	545	—1,7	9,5	17,7	9,3	—20,3	34,0	8,7	8,7	1238,8
Schwytz	547	—0,6	9,2	17,5	9,1	—12,2	27,9	8,8	8,7	1764,0
Interlach (Berne).....	571	—1,0	9,4	18,0	9,0	—11,8	29,0	8,8	8,9	1258,6
Berne	574	—0,9	9,5	17,9	8,3	—14,3	30,4	8,7	8,3	925,1
Bœtzberg (Argovie)...	577	—1,3	9,1	17,7		—15,1	30,8		8,2	766,8
Brienz (Berne)	586	—0,5	9,3	17,4	8,9	—13,7	28,8	8,8	9,0	1637,4
Reichenau (Grisons) ..	597	—2,4	9,4	17,6	9,2	—21,1	30,3	8,4	8,6	1133,9
Coire (Grisons).....	603	—1,3	10,2	18,4	9,8	—18,7	32,2	9,3	9,4	925,7
Lohn (Schaffhouse)...	645	—1,3	9,2	17,8	8,6	—16,4	30,6	8,6	8,7	641,8

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.								Eau tombée de 1867 à 1868 en millimètres.
		Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Moyennes de l'année.	Moyennes des cinq années 1864 à 1868.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	°	mm
Saint-Gall	679	1,3	8,6	16,9	8,1	—18,1	28,6	8,1	7,8	1060,5
Castasegna (Grisons)..	700	2,0	10,8	18,9	10,0	— 8,0	27,4	10,4	10,1	1788,3
Brusio » ...	777	1,7	10,4	17,9	10,1	— 6,5	27,5	10,0	9,9	863,2
Affoltern (Berne)...	795	— 1,6	8,2	16,3	7,7	—15,4	28,0	7,7	7,7	1092,8
Schwartzenburg »	805	— 2,1	8,0		7,4	—15,6	28,2			1091,8 [1]
Auen (Glaris)	821	— 2,0		16,3		—17,2	28,5			2209,8
Vuadens (Fribourg)...	825	— 2,2	7,7	16,3	7,3	—18,1	30,1	7,3	7,2	920,2
Uetliberg (Zurich).....	874	— 2,2	7,4	15,7	7,2	—13,1	28,3	7,0	7,1	683,6
Trogen (Appenzell) ...	885 [2]	— 1,8	7,8	15,8	7,5	—18,1	28,4	7,3	7,4	1378,1
Einsiedeln (Schwytz)..	910	— 3,7	6,2	15,0	6,4	—17,9	26,0	6,0	6,1	1711,4
Ponts-de-Martel (Neuchâtel).	1023	— 3,5	6,6	15,4	6,1	—17,1	29,5	6,2		1192,0
Engelberg (Underwald)	1024	— 4,1	6,3	14,6	6,0	—19,8	24,9	5,7	5,9	1787,7
Val-Sainte (Fribourg).	1032	— 2,3	7,4	16,3	7,6	—17,6	29,5	7,2		1270,4 [1]
Ste-Croix (Vaud)	1092	— 2,3	6,3	14,8	6,7	—16,8	26,3	6,4	6,3	1243,2
Beatenberg (Berne) ..	1150	— 2,3	6,3	14,5	6,8	—17,3	26,3	6,3	6,7	1487,9
Chaumont (Neuchâtel).	1152	— 2,9	6,0	14,3	6,2	—18,5	25,4	5,9	5,9	772,4
Closters (Grisons)....	1207	— 4,6	5,1	13,9	6,0	—23,0	28,6	5,1	5,2	1316,8
Churwalden » ..	1213	— 3,2	6,1	14,3	6,7	— 20,0	26,6	6,0	6,2	1242,0
Reckigen (Valais)....	1339	— 5,8	4,1	14,3	5,0	—22,2	28,4	4,4	4,6	1047,9

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Température en degrés centigrades. Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Moyennes de l'année.	Moyennes des cinq années 1864 à 1868.	Eau tombée de 1867 à 1868 en millimètres.
	m	°	°	°	°	°	°	°	°	mm
Platta (Medels, Grisons)	1379	— 3,9	4,7	13,7	5,7	—19,6	25,5	5,0	5,3	1811,6
Andermatt (Uri)	1448		3,5	11,5	3,6	—26,3	24,5	2,9	3,3	926,5 [1]
Splügen (village, Grisons).	1471	— 7,0	3,8	13,1	—3,5	—26,2	26,0	3,5	3,7	1778,8
Zernetz » .	1476	— 6,9	3,8	13,4	4,7	—26,0	27,5	3,8	4,0	753,4
Græchen (Valais).....	1632	— 4,1	4,1	12,9	4,8	—16,8	25,0	4,4	4,6	644,9
Davos (Grisons)	1650	— 6,9	1,8	11,5	3,3	—25,2	25,0	2,4		954,8 [1]
Bevers »	1715	— 8,8	1,8	11,9	2,5	—28,7	25,9	1,9	1,9	1005,6
Righi-Kulm (Schwytz).	1784	— 5,2	1,5	10,3		—20,6	21,3	2,3	2,5	1257,7 [1]
Sils (Maria, Grisons).	1810	— 7,2	1,8	11,4	2,8	—24,0	22,2	2,2	2,1	1153,7
Grimsel (hospice, Berne).	1874	— 6,9	0,8	10,0	2,2	—24,4	20,6	1,5	1,5	2194,9
Simplon (hospice, Valais)	2008	— 6,4	0,7	9,7	2,1	—20,6	21,1	1,6	1,6	813,0
Bernardin (village, Grisons)	2070	— 6,7	0,6	9,4	1,7	—22,4	19,3	1,3	1,1	3201,6 [1]
St-Gothard (hosp., Tessin)	2093	— 8,3	0,7	7,8	0,7	—27,0	20,0	0,2	—0,2	
Julier (Grisons)	2244	— 9,0	0,6	8,1	0,6	—23,2	20,5	0,1	0,0	
St-Bernard (couv. Valais)	2478	— 8,2	—2,0	6,8	—0,4	—20,4	18,4	—0,9	—0,9	1075,9

[1] Il manque un mois d'observations de pluie à *Bellinzone*, *Schwartzenburg*, *Val-Sainte*, *Andermatt*, *Davos*, *Righi-Kulm*, et deux mois au *Bernardin*.

[2] L'altitude de la station *Trogen* a été de 924 mètres depuis le 1er août 1868.

NOTE

SUR LES

ANCIENS GLACIERS DU PLATEAU CENTRAL

DE LA FRANCE

PAR

M. ED. COLLOMB.

Le plateau central de la France forme une grande île géologique, dont la longueur du nord au sud est en moyenne d'environ 300 kilomètres, et la largeur de l'est à l'ouest également de 300 kilomètres. La forme en est presque circulaire. En marchant du nord au sud, les chiffres d'altitude augmentent successivement, on arrive ainsi à un bourrelet de hautes montagnes qui forment, du côté de l'ouest et du sud, une enceinte presque continue. Les points culminants de ce rempart élevé sont : le Mont d'Ore, 1886^{m}; le Plomb du Cantal, 1858^{m}, et le Mézenc, 1754^{m}, reliés entre eux par une série de montagnes et de plateaux un peu moins élevés.

Dans l'intérieur de ce grand cirque, plusieurs rivières importantes prennent leur source; la Loire, l'Allier, le Cher, la Creuse, la Vienne, la Dordogne, le Lot, le Tarn, qui versent leurs eaux dans l'Océan; puis l'Hérault, le Gardon, l'Ardèche qui appartiennent au versant méditerranéen. La composition géologique du sol de cette contrée consiste presque exclusivement en roches d'origine volcanique, trachytes, phonolithes, basaltes, etc., et en terrain cristallin, gneiss, granits, micaschistes, etc., les

roches sédimentaires plus jeunes qui occupent quelques fonds de vallées y sont l'exception. Le plateau est bordé sur son pourtour extérieur de dépôts houillers, triasiques et jurassique : ces derniers, et surtout le lias, y forment une ceinture presque continue. Les phénomènes glaciaires de la fin du pliocène et de l'époque quaternaire sont développés dans son intérieur avec une grande énergie.

M. Delanoüe, l'un des premiers, a signalé des accumulations de matériaux erratiques, qu'il reconnaît avoir tous les caractères de véritables moraines, sur le revers occidental du Mont d'Ore, près des sources de la Dordogne [1]. A la limite sud, dans le massif granitique de la Lozère, M. Ch. Martins a décrit un ancien glacier de second ordre, qui, tout petit qu'il était, a cependant transporté des blocs de plus de 80 mètres cubes [2].

Mais c'est surtout sur le revers nord du massif du Cantal que ces phénomènes ont pris une grande extension : ils ont été décrits par de très-bons observateurs. M. Julien de Clermont et son collègue M. Laval ont exploré pendant plusieurs saisons les principales vallées qui descendent du Cantal et de la chaîne des Monts d'Ore [3]. Ils ont constaté dans cette contrée une première époque glaciaire qui l'emporte en énergie sur tout ce qu'on a imaginé jusqu'à présent ; les plus hauts sommets étaient entièrement couverts d'une calotte continue : tout le plateau central était opprimé par une grande épaisseur de

[1] *Bulletin de la Société géolog.*, 1868, tome XXV, p. 492.

[2] *Comptes rendus*, 1868, tome LXVII, p. 933.

[3] *Des phénomènes glaciaires dans le plateau central de la France, en particulier dans le Puy-de-Dôme et le Cantal*, par A. Julien, in-8°, 103 pages. Paris, 1869.

glace. Sauf la grande accumulation morainique de la montagne de Perrier, près d'Issoire, sur laquelle nous avons encore quelques doutes, et que nous nous proposons de visiter encore une fois, les traces que cette première extension a laissées sur le sol sont faibles, peu accusées : il faut observer avec une grande attention pour en retrouver des vestiges.

On comprend très-bien que lorsqu'un manteau continu couvrait tous les sommets et toutes les vallées, qu'il les dépassait en hauteur, ce grand glacier, bien qu'il fût doué d'un mouvement de translation, ne pouvait transporter ni moraines superficielles, ni blocs erratiques : il ne surgissait aucun pic supérieur, aucun ilot dans cette mer de glace, susceptible de se dégrader et de les alimenter. Les moraines profondes seules ont dû être très-puissantes ; elles se sont étalées dans le fond des vallées et dans les plaines, mais par suite de leur remaniement par les eaux, elles ont perdu leurs principaux caractères glaciaires, elles ont été dénaturées et ont passé à l'état de diluvium.

Sur les hauts sommets, les effets de ces grands glaciers ont dû aussi être presque nuls, parce que sous une température moyenne assez basse, on trouve, à une certaine hauteur, que la glace des glaciers est adhérente au sol pendant toute l'année. M. Dolfuss-Ausset, après de nombreuses observations et expériences faites dans les Alpes, a remarqué que, lorsqu'on s'élève à 3000^{m}, 3200^{m} et dans la zone au-dessus, la partie inférieure des glaciers est constamment gelée avec le terrain qui les supporte, il y a adhérence intime entre la glace et le sol, par conséquent les signes caractéristiques du passage d'un glacier, les stries et le moutonnement des roches ne peu-

vent s'effectuer dans ces conditions ; ce n'est qu'en descendant dans des régions plus basses que les glaciers se dégagent peu à peu, deviennent indépendants et produisent tous les effets que l'on connaît. Ce n'est que du moment où les hauts sommets se sont peu à peu dégagés, lorsque le mouvement de retraite des grands glaciers a commencé à se dessiner, qu'ils ont pu laisser des traces évidentes de leur passage. M. Julien en a trouvé jusque dans les environs de Clermont et de Pont-du-Château sur le bord de la plaine de la Limagne.

A la suite de cette longue période de froid, il y a eu retraite et fonte successive des grands glaciers : les vallées se sont creusées, les eaux courantes ont joué un rôle prépondérant, le relief du sol a subi de notables modifications, la faune à éléphants a fait sa première apparition : c'est de cette époque que datent les dépôts du val d'Arno supérieur, du bassin à lignites de Zurich et celui de Saint-Prest dans Eure-et-Loir, si riches en vertébrés fossiles : dépôts qu'on a classés jusqu'à présent dans le pliocène supérieur, mais qui renferment un grand nombre d'espèces semblables à celles du terrain quaternaire ; il y a là un passage tellement insensible, qu'il est bien difficile de séparer nettement ces deux époques, la seconde ne paraissant être que la suite non interrompue de la première.

Seconde époque glaciaire. Après cette longue retraite, pendant laquelle des eaux courantes d'une énergie exceptionnelle ont démoli en partie l'œuvre des glaciers, ceux-ci ont repris leur marche en avant, sans cependant s'étendre à beaucoup près aussi loin que lors de leur premier développement ; dans les Vosges, les moraines frontales de cette époque se sont déposées à l'altitude de 400^{m} : dans

les Pyrénées, revers nord, également à 400^{m}. Dans les Alpes, les limites de cette deuxième extension sont plus difficiles à bien déterminer parce qu'elles se confondent volontiers avec divers accidents locaux : néanmoins on pourrait prendre pour terme de comparaison les moraines de Rivoli et celles d'Ivrée du revers sud des Alpes, dans le bassin du Pô; elles sont évidemment les plus récentes, puisqu'elles reposent sur le diluvium alpin à éléphants de la plaine, elles sont à l'altitude de 250 à 300^{m}.

Dans le plateau central, c'est surtout l'ancien glacier de la vallée de l'Allagnon que nous avons étudié l'automne dernier : M. Julien l'avait recommandé à l'attention des géologues comme un des mieux caractérisé de la contrée. Cette vallée prend naissance près des sommets de la chaîne du Cantal : elle se dirige en moyenne du sud-ouest au nord-est : ses eaux passent d'abord à Murat, puis à Neussargues, Massiac, Lempdes, où elles ne tardent pas à se joindre à celles de l'Allier. En prenant Murat (884^{m}) comme position centrale, on est entouré d'un vaste cirque de 8 à 9 kilomètres de diamètre dont les principaux points culminants : le Plomb, 1858^{m}; les Rochers, 1800^{m}; Peyrouse, 1620^{m}; Bataillouze, 1654^{m}, sont reliés entre eux par des cols et des pics un peu moins élevés. Ce cirque est séparé par des contre-forts qui donnent naissance à autant de vallées secondaires : elles viennent déboucher en éventail près de Murat. Ces montagnes sont composées de roches volcaniques, trachytes, phonolithes, basalte : le sous-sol du fond de la vallée est granitique.

Au débouché de chacune des vallées secondaires dans le cirque de Murat, on remarque une accumulation considérable de débris glaciaires : les moraines latérales s'é-

lèvent à une grande hauteur sur les flancs des montagnes ; elles donnent la mesure de l'épaisseur du glacier qui les a transportées : la moraine médiane, résultant de la réunion de ces différents affluents, existe encore au fond de la vallée, malgré le ravage des eaux postérieures, entre la station du chemin de fer de Murat et la rive gauche de l'Allagnon. Cette moraine forme un amas, une petite colline applatie, où les matériaux glaciaires sont accumulés dans le même désordre apparent et de la même façon que dans tous les dépôts de ce genre [1].

Au-dessous de Murat, jusqu'à la station de Neussargues et de Pont-du-Vernet, sur un trajet de 12 kilom., cette moraine médiane se poursuit presque sans interruption, le chemin de fer la coupe fréquemment, les blocs métriques soit anguleux, soit arrondis, souvent striés, sont noyés dans une masse considérable de boue grisâtre. Les moraines latérales de la rive droite sont déposées sur les flancs très-escarpés de la montagne couverte d'une forêt de pins et difficile à explorer. Celles de la rive gauche se continuent presque sans solution de continuité jusqu'au pied du plateau de Chalinargues, 1027^{m}, au débouché de la vallée latérale d'Allanches, 800^{m} ; sur ce point le glacier avait à peu près 200^{m} d'épaisseur.

La vallée d'Allanches, d'une vingtaine de kilomètres de longueur, est creusée dans le terrain granitique ; les plateaux qui la dominent sont basaltiques : elle avait aussi

[1] Les dépôts morainiques de différentes contrées ont été si souvent décrits, que nous pensons qu'il est inutile d'entrer de nouveau dans des détails minutieux à cet égard. Quand on doutait encore de l'existence des anciens glaciers, on comprend que des descriptions monographiques fussent nécessaires, mais aujourd'hui il n'en est plus de même. M. Julien, du reste, n'a rien négligé sous ce rapport.

son glacier, il venait se souder presque à angle droit à la rive gauche du glacier principal. A Neussargues, la réunion des deux glaciers a donné lieu à un dépôt considérable de débris : la moraine latérale gauche du glacier d'Allagnon était en même temps moraine frontale du glacier d'Allanches.

En pénétrant plus avant dans cette dernière vallée, on trouve des moraines frontales échelonnées de distance en distance : au village de Moissac, la vallée en est barrée et il ne reste qu'un étroit créneau pour le passage du torrent.

A Pont-du-Vernet, sur la rive droite et la rive gauche, la vallée est subitement rétrécie par des murailles granitiques ou gneissiques de plusieurs centaines de mètres de hauteur : la rivière est à la cote de 700^{m}, le plateau granitique à 1160^{m} : différence, 460^{m}. La rivière, la route et le chemin de fer ont tout juste assez de place pour se faufiler dans ce couloir : le glacier en a été barré, aussi c'est en amont de ce point qu'on voit la plus grande accumulation de débris.

M. Julien insiste sur la manière dont la distribution des matériaux s'est effectuée, les éléments volcaniques venant du massif du Cantal ne se sont point mêlés avec les roches granitiques d'Allanches ; chaque pic, chaque montagne a fourni son convoi spécial de roches qu'on retrouve à Neussargues, à 20 kilomètres de distance, dans l'ordre bien connu du mouvement des glaciers.

Dans toutes les moraines de cet ancien glacier, qu'elles soient latérales, frontales ou médianes, mais surtout dans les moraines latérales droites, j'ai constamment remarqué un fort dépôt de boue dans lequel les blocs sont empâtés, comme on n'en voit nulle part d'aussi puissants

dans les dépôts glaciaires d'autres contrées. Ce fait résulte évidemment de la nature minéralogique des roches qui ont été soumises à l'action mécanique du glacier, les trachytes, les phonolithes, les basaltes et quelques autres roches volcaniques qui abondent dans ces montagnes, en se broyant par le frottement et la pression, donnent lieu à une boue grisâtre, tandis que les roches granitiques, les quartzites, les grès et même quelques calcaires, soumis aux mêmes effets mécaniques, se convertissent plus volontiers en sable. Ces masses de boue, enveloppant de gros débris de roches anguleux et striés, sont un argument de grande valeur en faveur du transport par les glaciers ; l'intervention de l'eau liquide n'aurait pas permis à ces masses de subsister.

Il y a donc eu dans le centre de la France, comme dans le nord de l'Europe et dans beaucoup d'autres contrées, une époque glaciaire d'une grande énergie qui paraît être arrivée à son maximum de développement à la fin du pliocène supérieur ou au commencement de l'époque quaternaire ; puis, par des causes encore inconnues, il y aurait eu retraite partielle de ces glaciers, et pendant cette retraite les eaux courantes auraient agi à la surface du sol avec assez d'énergie pour en modifier sensiblement le relief, indépendamment des oscillations du sol lui-même ; puis une recrudescence de froid aurait fait avancer de nouveau ces glaciers, mais dans une moindre proportion ; ils ne se seraient pas étendu aussi loin, ils seraient restés renfermés dans les limites de l'intérieur des vallées.

Cette période glaciaire, si curieuse dans l'histoire de la terre, a été étudiée depuis une vingtaine d'années dans presque tous les systèmes de montagnes de l'Eu-

rope, dans l'Amérique du Nord et du Sud, dans l'Hymalaya, la Nouvelle-Zélande et récemment dans le Caucase [1]. Le plateau central avait été négligé jusqu'à présent.

La cause du phénomène reste encore un mystère scientifique : mais je pense que des faits aussi généraux, qui embrassent une aire géographique aussi étendue, presque le monde entier, ne peuvent plus s'expliquer par des causes locales dont l'application a l'inconvénient d'être restreinte à telle ou telle chaîne de montagnes ; il me semble qu'il faut de toute nécessité avoir recours à des causes plus générales, à des causes cosmiques qui seront peut-être plus tard appelées à résoudre ce difficile problème.

[1] Ernest Favre, *Note sur quelques glaciers de la chaîne du Caucase* (*Archives des Sciences phys. et natur.*, janvier 1869).

NOTICE HISTORIQUE ET DESCRIPTIVE

SUR

TROIS ESPÈCES DE GRENOUILLES ROUSSES

OBSERVÉES EN EUROPE

PAR

M. V. FATIO.

(Mémoire lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans la première séance de janvier 1870.)

Lorsque, vers le milieu du siècle passé, le savant Linné reconnaissait deux espèces de Grenouilles en Europe, il ne faisait que relever, en l'accusant plus franchement, l'opinion de nombreux auteurs qui, depuis longtemps et dès l'antiquité, avaient démêlé déjà des différences de formes et de genres de vie entre ces animaux. Quoique plus précis que les ouvrages, souvent légendaires, des anciens, les écrits du célèbre naturaliste suédois [1] devaient cependant être encore petit à petit épurés et remaniés : ce ne fut même qu'après lui que Gmelin, dans une treizième édition du *Systema naturæ* [2], sépara nettement les Grenouilles des Crapauds et des Rainettes, en distinguant le genre *Rana* des genres *Bufo* et *Hyla*.

Sur ce point, comme sur tant d'autres, les données de Linné firent néanmoins foi pendant près d'un siècle. Malgré le grand nombre de noms nouveaux qui, par une

[1] Linné, *Systema naturæ*. Douze éditions de 1735 à 1766.

[2] Gmelin, *Systema naturæ* (Linné), édit. XIII, 1788-93.

fausse interprétation de la variabilité, venaient chaque jour compliquer la synonymie des deux espèces, la majorité des zoologistes ne reconnaissait cependant, jusqu'en 1842, que la Grenouille verte (*Rana esculenta*, Linné) et la Grenouille rousse (*Rana temporaria*, Linné), si admirablement représentées dans le bel ouvrage de Rœsel [1].

Je laisse à dessein de côté la Grenouille verte que ses sacs vocaux, externes chez le mâle, éloignent de la Rousse, en la rapprochant d'autres espèces exotiques, pour étudier plus spécialement, parmi les Grenouilles plus nombreuses à sacs vocaux internes, la seconde de ces espèces et quelques formes plus ou moins voisines.

Je ne reviendrai pas maintenant sur la discussion de toutes les variétés qui ont successivement servi à la création d'espèces purement nominales. Mon plan est plus restreint, et, m'attachant à quelques formes qui me paraissent plus importantes, je me propose de suivre les diverses péripéties par lesquelles a passé, dans ces dernières années, la *Rana temporaria* de Linné, espèce tour à tour subdivisée ou méconnue.

En 1842, Nilsson signala, dans sa Faune scandinave [2], sous le nom de *Rana arvalis*, une nouvelle Grenouille qui, faute de descriptions assez circonstanciées, et faute d'observations subséquentes, ne put être ni aisément jugée, ni généralement reconnue. Quelques auteurs la rangeaient déjà, à tout hasard, à la suite des synonymes de la Rousse, lorsque, quatre années plus tard, en 1846, le professeur Steenstrup de Copenhague [3] dis-

[1] Rœsel von Rosenhof, *Historia naturalis Ranarum nostratium, etc.*, 1758. *Temporaria* (Linné) égal *Fusca terrestris* (Rœsel).

[2] Nilsson, Skandinavisk Fauna, III, Amphibierna. Lund, p. 42, 1842.

[3] Steenstrup, Bericht über die 24. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Kiel, p. 131, 1846.

tingua, dans la Grenouille rousse, deux formes constantes qu'il appela par opposition, l'une *Rana oxyrrhinus* et l'autre *Rana platyrrhinus*. La première caractérisée par une taille plus petite, par la forme plus acuminée de son museau, et surtout par le grand développement de son premier os cunéiforme, simulant presque un sixième doigt; la seconde, plus grande et à museau arrondi, correspondant au type de la *Rana temporaria* des auteurs [1].

Ces deux noms nouveaux proposés par un homme aussi justement apprécié pour ses travaux zoologiques, devaient attirer l'attention des naturalistes: aussi vit-on paraître successivement, en Allemagne et en France, divers mémoires à l'appui de cette division de l'espèce. Le professeur de Siebold [2], le professeur Schiff [3], et M. Thomas [4] apportèrent, chacun à son tour, un contingent d'observations intéressantes sur ce sujet.

Cependant, il n'y avait pas, en réalité, d'espèce nouvelle, car Steenstrup reconnut lui-même bientôt comment Linné avait eu déjà les deux formes en main, quoique en ayant méconnu les différences spécifiques, et comment son Spitzschnauziger Frosch (*R. oxyrrhinus*) n'était autre que la *Rana arvalis* de Nilsson. En effet, si l'on compare les brèves diagnoses de Linné dans sa *Fauna Svecica* [5] et dans son *Systema naturæ*, douzième édition [6],

[1] Duméril et Bibron, Erpétologie générale, vol. VIII, 1841, etc., etc.

[2] Von Siebold, Zoologische Notizen. Archiv für Naturgeschichte, 1852, Band I, p. 14.

[3] Schiff, Lettre adressée à M. Thomas. Annales des Sciences natur. 4me série, 1855, Zool. vol. IV, p. 368.

[4] Thomas, Note sur deux espèces de Grenouilles. Ann. des Sciences natur. 4me série, 1855, Zool. vol. IV, p. 365.

[5] Linné, Fauna Svecica, 1746, p. 94.

[6] Linné, Systema naturæ, édit. XII, t. I, p. 357.

l'on sera étonné d'y voir ces termes opposés, appliqués à une seule espèce : dans le premier de ces ouvrages, *plantis hexadactylis palmatis;* dans le second, *plantis pentadactylis palmatis.* En trois mots, la distinction majeure entre les *Rana oxyrrhinus* et *R. platyrrhinus* de Steenstrup. Tout doute de ce côté paraîtra même impossible, quand l'on saura que les perquisitions minutieuses du professeur de Copenhague lui ont fait reconnaître les deux espèces, vivant côte à côte, jusque dans le bassin du jardin de la demeure de Linné à Upsal.

Quatre années avant Steenstrup, Nilsson avait déjà, comme je l'ai dit, distingué une forme nouvelle plus petite que la *R. temporaria* des auteurs : mais la description de ce naturaliste et la comparaison des types montrèrent avec évidence au professeur danois, non-seulement que Nilsson n'avait observé et décrit que des individus femelles, mais encore que les *Rana arvalis* et *R. oxyrrhinus* étaient spécifiquement semblables. Steenstrup ayant le premier étudié les deux sexes et bien décrit l'espèce, je pense que, malgré la priorité du nom de *R. arvalis,* celui de *R. oxyrrhinus* doit être de préférence maintenu, le qualificatif *arvalis* pouvant s'appliquer à bien d'autres Grenouilles, tandis que celui d'*oxyrrhinus* rappelle, au contraire, un caractère constant de la forme nouvelle.

Ayant eu moi-même la facilité d'étudier, dans bien des conditions différentes, la *Rana temporaria* des auteurs, soit *Platyrrhinus* de Steenstrup, et de la comparer attentivement avec de nombreux échantillons de la *Rana oxyrrhinus,* dus à l'obligeance de MM. Collin et Steenstrup de Copenhague [1], j'ai pu constater nettement, entre

[1] Je profite de l'occasion pour remercier MM. Steenstrup et Collin

ces deux formes, plusieurs points différentiels assez importants pour me les faire considérer comme espèces distinctes.

Quoique je n'aie nullement l'intention de faire ici un travail descriptif qui doit trouver sa place ailleurs [1], j'essayerai néanmoins de faire ressortir plus loin, sur un tableau, les principaux caractères comparés de ces deux Grenouilles, en même temps que ceux d'une troisième espèce dont il me reste à parler.

En 1828, M. Millet, d'Angers, décrivit, dans sa Faune de Maine-et-Loire [2], deux espèces de Grenouilles qu'il nomma *Rana flaviventris* et *R. temporaria*. Encore ici il y avait confusion : Millet présentait, sous le nom de *Rana flaviventris*, une simple variété de la vraie *Temporaria* : tandis qu'il attribuait, à tort, le nom de *R. temporaria* (Linné) à une forme qu'il venait de découvrir sans s'en douter, et qui devait ainsi demeurer méconnue jusqu'au moment où M. Thomas de Nantes découvrit, pour la seconde fois, cette Grenouille oubliée.

Ce ne fut qu'en 1855 que M. Thomas publia ses observations sur cette espèce, si svelte et si particulièrement disposée pour le saut, qu'il appelait *Rana agilis* [3], en relevant l'erreur de Millet. Mais la nouvelle baptisée, n'ayant pas été observée ailleurs par d'autres zoologistes, commençait à retomber dans l'oubli, malgré l'excellente

de la complaisance avec laquelle ils m'ont communiqué, soit de nombreux sujets de comparaison, soit leurs propres observations.

[1] Des descriptions circonstanciées de ces espèces paraîtront prochainement dans le volume de ma *Faune des vertébrés de la Suisse* qui est maintenant en voie de publication, dont j'extrais ces quelques notes et auquel je renvoie pour de plus amples détails.

[2] Millet, Faune de Maine-et-Loire, vol. II, 1828.

[3] Thomas, loc. cit.

description de Thomas, quand, en 1861, je reconnus, dans les environs de Genève, une espèce particulière que je présentais alors à la Société de Physique et d'Histoire naturelle sous le nom de *Rana gracilis*. Cette forme nouvelle n'était autre que la Grenouille de Thomas, et lorsque, un an plus tard, je publiais sur son compte mes propres observations[1], j'avais reconnu déjà qu'elle était, en même temps, spécifiquement semblable à l'*Agilis* de Thomas, et constamment différente soit de la *Temporaria*, soit de l'*Oxyrrhinus*.

En face de ces trois espèces européennes successivement formées aux dépens d'une seule, bien des zoologistes, faute de pouvoir comparer un assez grand nombre de sujets des trois formes, ont trouvé plus simple d'en revenir à Linné et à l'unique *Rana temporaria*: Günther même, dans son excellent catalogue des *Batrachia salientia*[2], a déjà réuni, en 1858, l'*Oxyrrhinus* au *Platyrrhinus* de Steenstrup, et l'*Agilis* de Thomas aurait bientôt le même sort, si une étude sérieuse ne devait réhabiliter l'une et l'autre.

Me trouvant peut-être le seul qui ait maintenant entre les mains un nombre suffisant d'échantillons des trois espèces en litige pour permettre d'aborder cette question difficile, j'ai cherché à étudier, sous toutes leurs faces et sans idée préconçue, les trois formes mises en présence, et ce sont les résultats des recherches auxquelles j'ai dû me livrer pour ma Faune suisse que j'expose brièvement ici.

[1] V. Fatio, Observations sur la *Rana agilis* (Thomas). Revue et magasin de Zoologie, 2me série, 1862, tome XIV, p. 81.

[2] Günther, Catalogue of the *Batrachia salientia* in the collection of the British Museum, 1858, p. 16.

Après avoir comparé, comme je l'ai dit plus haut, de nombreux exemplaires de la *Rana temporaria*, de divers pays [1], avec plusieurs individus de sexes et d'âges différents de la *Rana oxyrrhinus* du Danemark, j'ai dû encore comparer de tous points ces deux premières Grenouilles avec bon nombre de sujets de la *Rana agilis*, recueillis, à diverses époques, en Suisse, en France [2] et en Italie [3]. Ainsi que je l'avais fait pour les deux premières, j'ai dû reconnaître comme espèce cette troisième et dernière forme si frappante par la disproportion de ses membres.

Avant de terminer cette brève discussion synonymique par le tableau synoptique des caractères de nos espèces, il ne sera pas, je pense, inutile de comparer encore en quelques mots la variabilité des deux formes nouvelles, ainsi que leur distribution géographique et leurs mœurs, avec les observations faites, à ces divers points de vue, sur l'ancienne *Rana temporaria* des auteurs. Peut-être trouverons-nous dans cette étude quelques particularités dignes d'attirer l'attention ou de diriger plus ou moins l'opinion.

La **Grenouille rousse** (der braune Grasfrosch), *Rana temporaria* (Linné) [4], la plus grosse des trois, varie ex-

[1] De France, d'Italie, d'Allemagne, de Suisse, plaine et Alpes, et de Danemark.

[2] Je dois de vifs remerciements à M. Thomas, de Nantes, pour l'amabilité avec laquelle il m'a fait présent de plusieurs superbes échantillons de sa *Rana agilis*.

[3] La *Rana agilis*, ou *gracilis*, m'a été rapportée d'Italie par mon cousin M. A. Beaumont qui, ayant appris à la reconnaître facilement, la trouva abondante dans les prairies des environs de Pise.

[4] *Rana aquatica et innoxia*, Gessner; *R. aquatica*, Jonston; *R. fusca terrestris*, Rœsel; *R. temporaria*, Linné, Dum. et Bib., etc.; *R. muta*,

térieurement, non-seulement quant à la taille, suivant l'âge et les conditions de nutrition plus ou moins favorables, mais encore de deux autres manières, quant à la forme et quant à la coloration.

L'on peut remarquer, chez elle, des individus à museau plus ou moins pointu, et des individus à museau franchement obtus. Ces derniers à face arrondie, auxquels j'appliquerai le nom de *obtusirostris*, sont de beaucoup les plus nombreux et les plus répandus; ils correspondent au *Platyrhinus* de Steenstrup et montrent à tout âge des modes de coloration très-variés. Les premiers, moins abondants, auxquels je donnerai, par opposition, le nom de *acutirostris*, présentent, comme je l'ai dit, un museau comparativement acuminé, quoique peu proéminent, et des membres postérieurs un peu plus allongés: ils sont, le plus souvent, d'un gris-brun en dessus, lavés de noirâtre sur les côtés et blanchâtres ou d'un jaunâtre mat en dessous, avec des marbrures grises sur les flancs, le ventre et la poitrine, et des bandes foncées au travers des membres. Ce sont, la plupart du temps, des sujets de taille petite ou moyenne, dans leur seconde ou leur troisième année, qui ont grandi et vécu dans des eaux troubles ou stagnantes et peu froides, et qui, pour cette raison ou pour toute autre, sont demeurés plus longtemps dans l'ombre. Du moins, j'ai généralement rencontré de semblables Grenouilles à livrée sombre dans les fossés bourbeux de la plaine et rarement dans les montagnes: tandis que je n'ai jamais trouvé que des Grenouilles à museau obtus et dans leur brillante livrée, soit dans les eaux claires ou courantes de nos vallées, soit dans les eaux transparentes et plus froides

Laurenti; *R. alpina*, Fitzinger, Schinz, etc.; *R. flaviventris*, Millet; *R. scotica*, Bell; *R. platyrrhinus*, Steenstrup.

de la région alpine. Du reste, avec le changement de conditions et avec l'âge, les formes, les rapports de proportion et la coloration se modifient et retournent au type.

Revenant maintenant à la forme la plus commune, dite *obtusirostris*, je distinguerai, en Suisse et quant à la livrée, trois séries de couleurs sur des individus tant jeunes qu'adultes et à tout autre point de vue parfaitement semblables. J'ai, il est vrai, observé souvent les trois modes de coloration, affichés en même temps comme livrées de noces et réunis dans une même localité, chez des Grenouilles rousses que je collectais en grand nombre, vers la fin de l'hiver, sous la glace d'une petite rivière de nos environs; mais chacune de ces séries m'a paru cependant persister plus ou moins dans certaines conditions, ou s'accuser davantage à certaines époques.

Je laisserai ici de côté les mâles qui, malgré la grande variabilité de leurs faces supérieures, sont cependant assez constamment clairs ou peu colorés en dessous, pour m'occuper surtout des femelles, et plus particulièrement de leurs faces inférieures. J'ajouterai toutefois que les mâles, toujours plus petits que les femelles, à âge égal, présentent, en général, à la gorge, une teinte bleue plus ou moins accusée, au moment du rut, et que la livrée de terre est, dans les deux sexes, toujours moins brillante que celle d'eau ou de noces.

La première série se compose d'individus chez lesquels les tons jaunes dominent, et qui correspondent à la variété dont Millet avait fait sa *Rana flaviventris*. L'apogée de ce mode de coloration se voit chez une Grenouille d'un gris-jaunâtre en dessus, avec toutes les faces inférieures d'un beau jaune presque sans taches. Cette livrée est plutôt terrestre, pour les adultes; cependant elle se encontre depuis l'été, en automne et jusqu'en hiver.

La seconde série comporte des individus chez lesquels les tons rouges dominent et dont le maximum d'accentuation se trouve chez une Grenouille rousse en dessus, avec les faces inférieures d'un beau rouge carminé, et que l'on pourrait distinguer sous le nom de *varietas rubriventris*. Ce mode de coloration est plus fréquent, chez les adultes, vers la fin de l'hiver et au printemps : c'est le plus souvent une livrée de noces, livrée aquatique et due peut-être à l'influence de la température. J'ai collecté et étudié un grand nombre de Grenouilles sur différents points élevés de nos Alpes, et j'ai constaté que la *Rana temporaria*, la seule du reste qui se rencontre chez nous au-dessus de 1500 mètres, non-seulement se présente toujours, dans la région alpine, sous la forme dite *obtusirostris*, mais encore qu'elle varie de coloration dans ces conditions, à peu près comme les individus de même forme qui habitent, dans les vallées, les eaux claires et fraiches. Toutefois la série des rouges est peut-être, dans les Alpes, la plus constante. La *Rana alpina* de Fitzinger[1], et de Schinz[2], ne repose pas sur autre chose que sur des individus de la forme *obtusirostris*, qui présentent une livrée mixte ou de transition, comme l'on en voit tant, et par conséquent un mélange des couleurs qui, dans leurs extrêmes, sont à la tête de ces deux premières séries.

La troisième série, de beaucoup la moins riche, se compose d'individus chez lesquels dominent les tons verts. Le degré le plus accentué de ce mode de coloration se rencontre sur une Grenouille d'un gris vert avec des marbrures d'un vert sombre parsemées de taches noires, en dessus, et d'un blanc verdâtre avec des marbrures plus

[1] Fitzinger, Verzeichniss der Rept. des Wiener Museum, 1826.
[2] Schinz, Fauna Helvetica; Wirbelthiere der Schweiz, p. 143, 1837.

foncées d'un gris verdâtre, en dessous. Cette livrée extrême est très-rare dans notre pays : je ne l'ai trouvée qu'au printemps et en plaine seulement. L'on pourrait encore la qualifier de *varietas viridis.*

Aucune de ces séries n'est du reste franchement délimitée. Ces trois variétés de couleurs ne sont parfaitement tranchées que dans leurs extrêmes, et ces derniers sont toujours bien moins abondants que les sujets de livrées mixtes. Il n'y a que bien rarement des passages de la coloration rouge à la verte ; tandis que l'on rencontre assez souvent des individus de la série des jaunes qui semblent y amener insensiblement par un mélange de tons gris et de taches noirâtres. Par contre, les transitions entre Grenouilles jaunes et rouges sont constantes et de beaucoup les plus communes ; un même sujet pourra offrir successivement, à des époques et dans des conditions différentes, tous les degrés qui unissent les deux premières séries.

La *Rana temporaria* habite l'Europe et une partie de l'Asie ; elle se trouve depuis les côtes méditerranéennes jusqu'en Suède et en Norwége : de même, on la rencontre, en Suisse, depuis le fond des vallées jusqu'à 2500 mètres au-dessus de la mer. Elle ne va à l'eau que pour y satisfaire aux besoins de la reproduction, ou s'y cacher, dans le fond, durant les frimas de la mauvaise saison. Elle s'accouple, suivant les conditions, depuis la fin de janvier jusqu'au milieu de mars, ou en juin même dans les Alpes : après cela, elle se tient sur terre, dans les champs, ou de préférence dans les lieux ombragés, jusqu'en arrière-automne.

Son cri consiste, tantôt en une sorte de grognement, tantôt en un gloussement plus ou moins sonore et prolongé.

La **Grenouille oxyrrhine** (der spitzschnauzige Frosch), *Rana oxyrrhinus* (Steenstrup)[1], présente, quoique à un degré plus faible, à peu près les mêmes variations de couleurs que la *Rana temporaria*. La coloration des faces supérieures varie, dans les deux sexes, de même que celle des faces inférieures chez les femelles : la gorge devient souvent légèrement bleuâtre, chez les mâles, au moment du rut : enfin, les flancs montrent généralement des taches ou des marbrures analogues à celles qui se voient sur ces parties chez la *Temporaria*. Ces deux formes sont évidemment très-voisines sur ce point. Cependant, il est à remarquer que l'abdomen est généralement sans taches chez l'Oxyrrhine, et que cette espèce présente, dans le nord surtout, des variations de coloration que n'offre pas la Grenouille rousse : très-souvent, par exemple, une large bande dorsale claire, et, de chaque côté, des lignes longitudinales foncées, plus ou moins relevées sur des plis glanduleux surnuméraires : cela plus particulièrement chez la variété qui constituait la *Rana arvalis* de Nilsson.

Malgré les nombreux rapprochements qui existent évidemment entre les Grenouilles rousse et Oxyrrhine, tant au point de vue de la coloration qu'à celui des rapports de proportions entre les diverses parties du corps et des membres, il est cependant impossible de ne pas reconnaître entre elles quelques différences importantes et constantes. La taille est constamment beaucoup moindre chez l'Oxyrrhine ; le museau et le crâne sont toujours beaucoup plus triangulaires et acuminés que chez la Rousse, *varietas acutirostris* ; les fronto-pariétaux sont souvent

[1] *Rana manibus tetradactylis fissis, plantis hexadactylis palmatis, pollice longiore*, Linné ; *R. arvalis*, Nilsson ; *R. oxyrrhinus*, Steenstrup ; *R. temporaria*, part. Middendorff., Sibir. Reise. II, 2, 1853.

imparfaitement ossifiés sur le centre[1] ; enfin, le premier os cunéiforme accuse, à tout âge, un développement beaucoup plus grand et une forme beaucoup plus comprimée.

Je n'ai jamais rencontré cette petite Grenouille en Suisse : son aire géographique paraît plus septentrionale. Le point le plus méridional où elle ait été observée jusqu'ici, à ma connaissance, est Francfort-sur-le-Main. Au delà, elle a été reconnue dans diverses localités en Allemagne, dans le Danemark, en Suède et en Norwége, jusqu'au cap Nord et très-avant en Sibérie[2]. Plus rare que la Rousse en Allemagne, elle est à peu près aussi abondante en Danemark, et devient petit à petit la plus commune en se rapprochant du nord.

Cette espèce ne va à l'eau, comme la Rousse, que pour y satisfaire aux besoins de la reproduction, ou pour y chercher dans le fond une retraite durant la mauvaise saison. Elle s'accouple, en général, trois ou quatre semaines plus tard que la Rousse, et s'en distingue encore par un cri passablement différent. Ce n'est plus un gloussement plus ou moins soutenu, c'est plutôt une série de petits coups de voix répétés, sonores chez le mâle, aigus chez la femelle. Les *Rana temporaria* (Linné) et *R. oxyrrhinus* (Steenstrup) constituent donc deux formes distinctes qui, quoique assez voisines, sont cependant, pour ainsi dire, constamment parallèles.

[1] Ces os embrassent souvent ici un espace étroit mal ossifié, beaucoup plus sensible chez l'*Oxyrrhinus* adulte que chez la *Temporaria*, même très-jeune. Cette disposition rappelle ainsi, jusqu'à un certain point, la fontanelle qui se remarque dans d'autres familles, chez le *Bombinator*, par exemple ; fontanelle caractéristique de plusieurs genres, mais d'ordinaire manquant totalement chez les Grenouilles.

[2] Middendorff, Sibirische Reise, Band II, Theil 2, 1853. Sous le nom de *Temporaria*.

La **Grenouille agile** (der Springfrosch), *Rana agilis* (Thomas)[1], ne peut, en aucune manière, être comparée à la forme dite *obtusirostris* de la *Rana temporaria* : tandis qu'elle offre, par contre, quelques légers rapports avec la variété dite *acutirostris*. Elle ne porte jamais, sur les flancs, les marbrures que nous avons remarquées chez les deux espèces précédentes : son abdomen est généralement blanc ou jaunâtre et sans taches, dans les deux sexes; toutes les faces inférieures sont comme empâtées ou gouachées chez les mâles, et jamais la gorge ne présente de teinte bleue chez ces derniers, au moment du rut. La coloration des faces supérieures est, dans la *Rana agilis*, d'un blond jaunâtre ou rosé, ou d'un gris noirâtre, suivant les sexes et les saisons; les membres sont toujours traversés par des bandes régulières et foncées. La livrée d'eau, sombre en dessus, surtout chez les mâles, rappelle, jusqu'à un certain point, celle des individus de la forme *acutirostis* de la *Temporaria* que nous avons dit être demeurés plus longtemps dans l'ombre : mais ce rapprochement n'est qu'un fait à l'appui de mon opinion précédemment émise sur l'influence du milieu. En effet, la Grenouille agile, habitant de préférence les eaux réchauffées et vaseuses des marais et ne paraissant au printemps que bien après la Rousse, demeure aussi plus longtemps dans l'ombre : elle ne s'élève jamais dans les eaux plus pures et plus froides de nos montagnes, et sa livrée s'éclaircit toujours énormément sitôt qu'elle vit sur terre ou au grand jour.

Quant aux formes comparées de la tête, le museau ainsi que le crâne sont toujours beaucoup plus prolongés

[1] *Rana temporaria*, Millet; *R. agilis*, Thomas; *R. gracilis*, Fatio.

en avant chez la *Rana agilis*, soit que chez la *Temporaria varietas acutirostris*, soit même que chez la *Rana oxyrrhinus*. Les individus à nez pointu de la Grenouille rousse ont, comparativement à leur corps, des membres postérieurs légèrement plus allongés que les sujets à nez arrondis : mais ils ne sont pas développés comme ces derniers, et, avec l'âge, cette petite différence disparaît complétement. Chez la Grenouille agile, le membre postérieur est, à tout âge, beaucoup plus long, en même temps que le membre antérieur entier ne mesure pas plus que le tibia seul, ce qui ne se voit jamais chez la forme *acutirostris* de la Rousse. Je renvoie du reste au tableau pour d'autres caractères distinctifs entre ces trois espèces.

La *Rana agilis* n'a été observée, jusqu'ici, qu'en France, en Suisse et en Italie, et jamais au-dessus de 1500 mètres dans les Alpes : son aire géographique semble donc plutôt méridionale et l'opposé de celle de la *Rana oxyrrhinus*. Cette espèce, de taille intermédiaire, ne va encore à l'eau, comme la Rousse et l'Oxyrrhine, que pour la ponte et pour s'y enfouir durant l'hiver. Elle s'accouple cinq à sept semaines plus tard que la *R. temporaria* : sa voix consiste en petits coups répétés et plus ou moins aigus, un peu comme chez l'*Oxyrrhinus* ; la grande disproportion de ses membres lui permet de faire des bonds prodigieux, soit en longueur, soit en hauteur : elle constitue, enfin, une troisième espèce rousse, moins voisine que l'Oxyrrhine de la *Temporaria* ou Rousse proprement dite.

Je conclus, en terminant, à l'existence de trois espèces confondues, pendant longtemps, sous le nom collectif de *Temporaria* ; trois espèces à la fois terrestres, à sacs vo-

caux internes, à doigts à peu près cylindriques et non acuminés, à groupes vomériens formant plus bas que les orifices nasaux un angle toujours bien accentué, à os préfrontaux toujours séparés, soit l'un de l'autre, soit des fronto-pariétaux, à condyles occipitaux situés plus en arrière que l'angle des mâchoires [1], à peau comparativement lisse, à tympan moyen et à tache temporale; trois espèces présentant des affinités dans leur genre de vie et formant, en Europe [2], comme une petite section des Grenouilles rousses, *Ranæ fuscæ*, distincte dans le grand genre *Rana*.

(Voyez ci-contre, dans un tableau, quelques-uns des caractères principaux de ces espèces.)

[1] On se rendra facilement compte de ce rapport en plaçant les crânes debout sur leur base. L'on verra, en effet, au premier coup d'œil que, tandis que le crâne de la *Rana esculenta* demeure droit ou suivant la verticale du côté du maxillaire, les crânes de nos trois Grenouilles penchent, au contraire, tous plus ou moins en avant; que même celui de l'*Agilis* penche beaucoup plus que ceux des deux autres espèces.

[2] Quelques auteurs, et Günther en particulier, ont réunis à la *Temporaria* la *Rana sylvatica* de Leconte, qui habite le nord de l'Amérique, et doit évidemment rentrer dans cette section; mais la taille un peu plus petite, et l'absence assez constante de taches sur l'abdomen signalées chez cette Grenouille, semblent rappeler plutôt la *Rana oxyrhinus* qui s'étend plus au nord et serait ainsi, géographiquement parlant, plus voisine. Toutefois, n'ayant pas eu la facilité d'étudier des échantillons de cette Grenouille exotique, je ne fais ici qu'une hypothèse, laissant à de plus heureux de décider si cette forme américaine doit rentrer dans la section des Grenouilles rousses à titre d'espèce ou de variété, et d'examiner, dans ce dernier cas, à laquelle des deux espèces elle doit être rapportée.

Tableau des principaux caractères comparés des trois espèces.

	R. TEMPORARIA.	R. OXYRRHINUS.	R. AGILIS.
Fronto-pariétaux,	très-larges et parfaitement plats.	Comparativement étroits, légèrement bombés et un peu comprimés en avant et en arrière.	Larges et aplatis.
Préfrontaux,	triangulaires, curvilignes et assez larges; arrondis et plutôt divergents en avant; dirigés en arrière sur la même ligne ou à peu près, de manière à n'embrasser jamais la lame supérieure de l'ethmoïde généralement arrondie en avant.	Triangulaires, curvilignes et comparativement étroits; à peu près parallèles sur la ligne médiane; accompagnant plus ou moins, à distance, le bord de la lame supérieure de l'ethmoïde légèrement anguleux en avant.	Triangulaires et à peu près rectilignes; acuminés et légèrement convergents en avant; rabattus en arrière, de manière à embrasser un angle, plus ou moins aigu, de la lame supérieure de l'ethmoïde.
Groupes vomériens,	petits, portant des dents peu nombreuses et irrégulièrement disposées.	Moyens et portant des dents parfois disposées en trois paires parallèles.	Comparativement grands et plus allongés, portant des dents assez généralement disposées par quatre ou cinq paires parallèles.
Premier cunéiforme,	comparativement peu développé.	Très-développé et comprimé.	Moyennement développé.
Museau,	généralement arrondi ou aplati en avant et beaucoup plus court, mesuré depuis le coin antérieur de l'œil, que la distance séparant le coin postérieur de l'œil de l'angle des mâchoires.	Pointu en avant et un peu plus court, mesuré depuis le coin antérieur de l'œil, que la distance séparant le coin postérieur de l'œil de l'angle des mâchoires.	Acuminé et prolongé en avant, de manière à être un peu plus long, mesuré depuis le coin antérieur de l'œil, que la distance séparant le coin postérieur de l'œil de l'angle des mâchoires.
Membre antérieur,	beaucoup plus long que le tibia ou la jambe.	Beaucoup plus long que le tibia ou la jambe.	Égal au tibia ou à la jambe.
Membre postérieur,	redressé le long du corps maintenu droit, le talon arrive à l'œil ou au plus au museau.	Redressé le long du corps maintenu droit, le talon arrive à l'œil ou à la narine.	Grêle et redressé le long du corps maintenu droit, le talon dépassant de beaucoup le museau.
Taille,	comparativement grande.	Comparativement petite.	Moyenne.
Flancs,	généralement tachés ou marbrés.	Généralement tachés ou marbrés.	Généralement sans taches ni marbrures.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Le Sidérostat de Léon Foucault. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, séance du 13 décembre 1869.)

Léon Foucault est mort en février 1868, à peine âgé de cinquante ans, au milieu de ses travaux les plus importants, et sans avoir complété ceux qu'il avait commencés. L'empereur a assuré, sur les fonds de sa cassette, la continuation et la publication complète des œuvres de ce savant ingénieux, si justement regretté. Une commission a été chargée de l'exécution, et c'est en son nom que M. Henri Sainte-Claire Deville a présenté à l'Académie, le 13 décembre, le miroir plan et sa monture, nécessaires à l'exécution du Sidérostat imaginé par Foucault. M. Ad. Martin avait déjà décrit la méthode qui a servi à amener à la perfection le miroir plan. M. Eichens, guidé par M. C. Wolf (l'un des astronomes attachés à l'observatoire de Paris), a construit la monture de ce miroir, et M. Wolf a rédigé, sur le Sidérostat dans son entier, une Note dont nous allons extraire les détails suivants.

Les lunettes astronomiques, dans leur emploi comme instrument méridien ou comme appareil parallactique, sont exposées à des flexions nuisibles à la précision des observations; de plus, l'astronome doit se déplacer avec l'oculaire, et, par suite, il est souvent forcé d'observer dans des positions incommodes. L. Foucault s'est proposé, dans les dernières années de sa vie, de construire un équatorial qui fît passer tout le ciel devant l'observateur, sans que celui-ci eût à se déplacer ou à déplacer sa lunette.

L'avantage de cette solution devient surtout notable quand

il s'agit de lunettes gigantesques, telles qu'on en construit beaucoup maintenant, et telles que devait être celle dont Foucault avait entrepris l'exécution. Une lunette montée équatorialement, selon la mode ordinaire, exige un tube rigide, un pied parallactique et un toit tournant : trois conditions de plus en plus difficiles à obtenir à mesure que les dimensions de la lunette augmentent.

L'idéal rêvé par Foucault était une lunette couchée horizontalement, dans une position invariable, devant laquelle un miroir plan amènerait successivement les différents points du ciel. Un Sidérostat de ce genre, même de grandes dimensions, n'offrirait pas alors de flexions nuisibles dans les pièces qui le composeraient, et il n'exigerait qu'une couverture relativement très-petite. Ainsi le petit Sidérostat actuel, construit pour une lunette de 20 centimètres d'ouverture et d'au moins 2 mètres $^4/_{10}$ de distance focale, qui exigerait, pour une monture équatoriale ordinaire, une coupole de $3^m,5$ de diamètre, ne demande qu'une maisonnette mobile, de 1 mètre de largeur sur 1^m $^1/_2$ de longueur et 2 mètres de hauteur.

Les instruments des cabinets de physique, tels que spectroscopes, appareils photographiques, photométriques, etc., quel que soit leur poids, leur volume et leur forme, viennent se placer devant le foyer de la lunette, comme devant le porte-lumière de la chambre obscure, et l'astronome peut étudier la lumière de tous les astres, dans les mêmes conditions où le physicien a étudié la lumière solaire.

Le principe géométrique du Sidérostat est le même que celui du grand héliostat de L. Foucault, mais il existe entre eux une différence profonde. Le physicien demande seulement à l'héliostat de renvoyer dans une direction constante la lumière d'un astre, sans se préoccuper de la source lumineuse elle-même ; ce sont les rayons réfléchis qu'il étudie et non la source de la lumière. Le Sidérostat doit donner plus : une image du ciel qui soit la représentation identique du ciel

et de son mouvement. Foucault a pu résoudre ce problème, parce qu'il avait la solution de ses deux parties ; il avait, par son régulateur, obtenu le mouvement uniforme ; il avait aussi réalisé le plan optique, ou le miroir plan irréprochable. Le miroir du Sidérostat, essayé sur le ciel avec une excellente lunette de Cauche de 16 centimètres d'ouverture, qui appartient à l'observatoire, et avec des grossissements de 100 à 300 fois, ne produit aucune déformation du faisceau provenant d'une étoile, sous une incidence de plus de 45 degrés.

Le Sidérostat étant destiné à l'observation des astres dans la région la plus étendue du ciel, comprise entre le pôle nord et l'horizon sud, l'instrument, à l'inverse des héliostats, renvoie les rayons du nord au sud dans le plan du méridien, et suivant une direction presque horizontale. De là la position du miroir du côté de l'extrémité inférieure de l'axe horaire.

L'artiste avait, pour se guider dans la construction du Sidérostat, deux petits modèles en bois, l'un exécuté en 1866 pour l'observatoire impérial, l'autre construit pour L. Foucault, représentant l'appareil qu'il voulait placer à son observatoire de la rue d'Assas.

Tout l'instrument repose sur un socle en fonte, muni de trois vis calantes, avec mouvement de réglage en azimut. On y distingue trois parties : le miroir et sa monture, le mécanisme d'horlogerie qui le met en mouvement et le régulateur.

Il ne nous serait guère possible d'entrer ici dans tout le détail de cette construction : on le trouvera dans le *Compte-rendu* cité plus haut, où il est accompagné d'une figure insérée dans le texte, qui représente le miroir monté avec tous ses accessoires.

Le mouvement d'horlogerie et son régulateur sont la reproduction de l'appareil de Foucault construit par M. Eichens pour l'exposition universelle de 1867. Ce moteur a été adapté depuis à plusieurs grands équatoriaux, et il donne lieu à un mouvement d'une parfaite régularité.

La direction apparente du mouvement diurne changeant chaque fois qu'on déplace le miroir, la détermination des positions relatives de deux astres exige un nouveau réglage de la direction des fils du micromètre. Mais cet inconvénient, qui existe aussi dans l'usage des télescopes à oculaire mobile, n'entraîne pas une perte de temps considérable. Il est plus sensible pour les mesures micrométriques d'étoiles doubles. Ici la fixité du micromètre, dit M. Wolf, engagera probablement les astronomes qui emploieront le Sidérostat à ce genre de mesures, à évaluer les angles de position à partir de la verticale ou de l'horizontale : et la connaissance de l'heure de l'observation suffira pour réduire ensuite les observations à la forme ordinaire.

La perte de lumière que fait éprouver la réflexion ne peut être regardée comme notable. Les expériences de Foucault ont démontré que l'argent poli des miroirs réfléchit les 0.94 de la lumière incidente : et l'expérience prouve que ce poli se conserve très-longtemps. La réargenture est d'ailleurs aujourd'hui une opération facile.

Un défaut plus réel du Sidérostat, ajoute M. Wolf, c'est de ne pas permettre l'exploration de toutes les parties du ciel. En faisant réfléchir le miroir vers le Sud, on perd la partie boréale comprise entre le pôle et le point nord de l'horizon, pour l'observation de laquelle il faudrait un Sidérostat renvoyant les rayons vers le Nord, et établi dans les conditions du grand héliostat de Foucault.

Enfin, comme instrument réflecteur, et aussi en raison du mode de liaison du miroir à l'axe horaire, le Sidérostat doit être très-sensible aux trépidations du sol et aux mouvements atmosphériques. L'expérience qui va être faite de l'instrument permettra de le juger à ces divers points de vue.

M. Laugier a ajouté à cette communication, que la méthode de Foucault pour étudier les surfaces réfléchissantes présente d'assez grandes difficultés dans son application : mais qu'après avoir vu la manière d'opérer de M. Martin, il est

convaincu qu'un ouvrier capable et instruit peut acquérir, comme lui, toute l'habileté nécessaire à la construction du miroir plan et des surfaces paraboliques. Il rappelle qu'Arago avait indiqué, il y a une vingtaine d'années, tout le parti que l'astronomie pourrait tirer un jour de l'emploi du miroir plan pour les observations, et en particulier pour l'étude des instruments divisés. A cette époque, les opticiens n'étaient pas en mesure de construire une surface d'une étendue suffisante, jouissant de la propriété de ne pas changer le foyer astronomique des lunettes douées d'un pouvoir grossissant considérable. Aujourd'hui, dit M. Laugier, que le miroir plan peut être obtenu avec toute l'exactitude désirable, l'astronomie est en possession d'un nouveau moyen d'investigation, qui permettra de reculer encore la limite d'exactitude que les observations ont atteinte. A. G.

PHYSIQUE.

K.-Schultz-Sellack. Ueber Diathermasie einer Reihe von Stoffen für dunkle Wärme. De la diathermanéité d'une série de corps pour la chaleur obscure. (*Monatsberichte der Kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, octobre 1869.)

La plupart des corps sont athermanes pour la chaleur obscure émise à 100° par une surface recouverte de noir de fumée : il existe cependant un certain nombre de substances qui laissent passer, même sous une épaisseur plus considérable que 1^{mm}, une portion notable de la chaleur obscure émanant de cette source : les principaux sont : le sel gemme, le spath fluor, le sulfure de carbone, la teinture d'iode, le brome, enfin la sylvine ou chlorure de potassium. Ce sont par conséquent quelques corps élémentaires, et en outre quelques combinaisons de chlore, de fluor et de soufre. M. Schultz-Sellack a reconnu la même propriété, non-seulement chez tous les chlorures, mais encore chez tous les bro-

mures, iodures et fluorures des corps simples, qu'il a pu amener dans un état qui se prêtât à ce genre d'expérience. Il a trouvé aussi un certain nombre de sulfures qui laissent passer une portion notable de la chaleur obscure émise par une source telle qu'une surface recouverte de noir de fumée et chauffée à 100°.

Voici les chiffres qu'il a obtenus pour un certain nombre de ces substances :

SUBSTANCES DIATHERMANES.	Épaisseur de la substance	Proportion de chaleur transmise	
		noir de fumée à 100 degrés.	flamme du gaz d'éclairage.
Chlorure d'argent ($AgCl$)	3mm	46 p. c.	30 p. c.
Bromure d'argent ($AgBr$)	3	45	42
Bromure de potassium (KBr)	3	16	13
Iodure de potassium (KIo)	3	11	10
Cryolithe ($Al_2Na_6Fl_{12}$)	10	7	23
Blende (ZnS)	5	29	23
Sulfure d'arsenic avec excès de soufre (As_2S_5)	0,8	21	26
	3	8	12
Sélénium, modification vitreuse	0,4	50	36
	3	16	5

La plupart de ces corps n'étaient pas absolument homogènes, de sorte qu'il pouvait se faire qu'une portion de la chaleur se perdît par diffusion.

On peut obtenir le chlorure ou le bromure d'argent sous forme de plaques absolument transparentes, en les fondant dans un courant de chlore ou de vapeurs de brome, et les coulant ensuite entre deux plaques de verre. En fondant pareillement des cristaux parfaitement propres de chlorure, de bromure ou de iodure de potassium, on peut se procurer ces corps sous forme de plaques transparentes comme du verre. C'est de cette façon que l'auteur a opéré pour ces différentes substances.

La diathermanéité du sulfure de zinc a été étudiée sur un

échantillon de blende parfaitement pur et transparent. En revanche, l'auteur a dû se contenter, pour ses expériences sur la cryolithe, d'une plaque très-fendillée et peu diaphane.

Le sélénium vitreux s'obtient facilement en plaques, pour des expériences de ce genre, par le procédé que nous avons déjà indiqué pour d'autres corps, à savoir qu'on le fond et le comprime ensuite entre deux plaques de verre. Des plaques de sélénium de moins de 1^{mm} d'épaisseur ne laissent passer de la lumière solaire qu'une mince bande dans l'extrême rouge du spectre : des plaques de cette substance, dont l'épaisseur dépasserait 2^{mm}, ne laissent plus passer la moindre trace de lumière solaire. Or, on a vu, par le tableau ci-dessus, que sous une épaisseur de 3^{mm}, le sélénium laisse encore passer 16 pour cent de la chaleur émise par une surface recouverte de noir de fumée et chauffée à 100° et 5 pour cent de la chaleur émise par la flamme du gaz d'éclairage. Enfin, en fondant ensemble de l'arsenic et du soufre en excès, de telle sorte que pour une partie de trisulfure d'arsenic il y ait en maximum trois parties de soufre, l'on obtient une masse molle et amorphe qui laisse passer également, comme on l'a vu, une portion assez notable de la chaleur obscure émanant de l'une ou de l'autre des deux sources de chaleur employées.

Un certain nombre de corps qui, à l'état solide, ne se prêtaient pas à ce genre d'expérience, ont été étudiés sous forme de dissolution, et étaient disposés à cet effet dans un vase en verre ayant comme faces latérales deux plaques plan-parallèles de sel gemme, de 2^{mm} d'épaisseur chacune, renfermant entre elles deux une couche liquide de 8^{mm} d'épaisseur.

Les chiffres inscrits dans le tableau suivant expriment la quantité de chaleur qui traverse le vase rempli de la dissolution rapportée à la quantité de chaleur qui traverse le vase vide et que l'on prend égale à 100.

SUBSTANCES DIATHERMANES.	Proportion de chaleur transmise	
	noir de fumée à 100 degrés	flamme du gaz d'éclairage.
Perchlorure d'étain ($Sn\,Cl_4$)	44 p. c.	80 p. c.
Perchlorure de soufre ($S\,Cl_2$)	41	95
Sulfure de carbone ($C\,S_2$)	50	51
Phosphore dissout dans du sulfure de carbone	52	57
Iodure d'étain ($Sn\,Io_4$) id.	44	47
Trichlorure de carbone (C_2Cl_6) id.	5	38
Chloroforme ($C\,H\,Cl_3$)	2	30
Chlorure d'éthylène ($C_2\,H_4\,Cl_2$)	0	12
Iodure d'éthyle ($C_2\,H_5\,Io$)	0	12

La dissolution de phosphore renfermait dix parties de phosphore pour une de sulfure de carbone, celle de iodure d'étain 1.5 parties d'iodure pour une partie de sulfure de carbone, celle de trichlorure de carbone une partie de chlorure pour une de sulfure de carbone. La présence du dissolvant n'empêche pas cependant de conclure à la diathermanéité du corps dissous.

M. Schultz-Sellack croit pouvoir conclure de son travail que les composés haloïdes des éléments sont tous plus ou moins diathermanes pour la chaleur émise à 100° par une surface recouverte de noir de fumée. Il en serait de même d'un certain nombre de sulfures. Les combinaisons haloïdes de radicaux plus complexes, tels que l'ammonium, l'éthyle, etc., ne paraissent pas partager sur ce point la propriété que M. Schultz attribue à tous les composés haloïdes des corps simples.

On admettait autrefois que, excepté le noir de fumée, tous les corps absorbent en plus fortes proportions la chaleur émanant de sources obscures que celle qui provient de sources lumineuses. L'on voit par ce travail que d'autres corps partagent la propriété du noir de fumée, et que le sélénium, la blende, le chlorure d'argent, le bromure d'argent, le bromure de potassium et l'iodure de potassium absorbent

moins les rayons émanant d'une source obscure que les rayons calorifiques de la flamme du gaz d'éclairage. E. S.

J.-C. Poggendorff. Ueber eine Vereinfachung, etc. Sur une simplification apportée a la construction et a l'emploi de la machine a influence de Holtz, premier modèle. (*Monatsberichte der Kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, avril 1869, p. 322.)

Nous avons donné, lors de son invention, une description détaillée de la machine électrique à influence de Holtz, telle qu'elle était sous sa première forme, qui est du reste encore la plus répandue [1]. Nous avons donné en même temps l'exposé de la théorie de cette singulière machine, telle que M. Holtz la concevait lui-même. Cette théorie n'a jamais été entièrement admise : le rôle et l'utilité de certaines parties de la machine n'ont point été encore suffisamment établis. En tous cas, le travail dont nous cherchons à rendre compte ici est venu modifier sur certains points les idées que l'inventeur se faisait sur la distribution de l'électricité dans sa machine.

La machine de Holtz, on le sait, se compose de deux plateaux circulaires en verre, l'un tournant, l'autre fixe. Ce dernier présente un nombre pair d'évidements taillés soit en forme de secteurs se prolongeant jusqu'au pourtour du disque, soit en forme de fenêtres circulaires ou ovales qui n'entament point le contour de ce disque. Cette dernière disposition est pour ce fait même la plus commode, et permet de faire varier à volonté la position du disque. L'utilité de ces évidements n'a jamais été démontrée : dans le plan de l'inventeur, ils étaient destinés, comme on l'a vu, à rendre libre en avant de ces évidements l'électricité accumulée sur la face antérieure du disque tournant, laquelle était retenue

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, 1866, tome XXV, p. 121.

jusque-là par l'électricité de la face postérieure du disque fixe. Or M. Poggendorff a trouvé que l'on peut sans inconvénient pour la marche de la machine boucher ces fenêtres avec une plaque de verre ou de caoutchouc durci. Il a observé également que la languette de papier disposée dans chacun des évidements, et reliée à une bande également de papier formant armature à la partie extérieure du rebord de la fenêtre, fonctionne absolument comme un conducteur isolé qui serait électrisé par influence : l'une des deux électricités se porte à la pointe, tandis que l'électricité de nom contraire se porte à la base. Ainsi lorsqu'on touche l'extrémité de la languette avec l'armature positive d'une bouteille de Leyde ou avec le couvercle d'un électrophore, il arrive que pendant tout le temps que l'on fait tourner la machine, il s'échappe de l'électricité négative par la pointe de la languette, tandis que la positive se porte à sa base, d'où elle attire la négative du peigne placé en face d'elle et de l'autre côté du plateau tournant. Inversément, si l'on approche de l'extrémité de la languette une pointe électrisée négativement, ce sera l'électricité positive qui s'échappera de la pointe pendant tout le temps que la machine ira, et la négative au contraire qui se portera à la base de la languette et sur l'armature de papier placée sur la face postérieure du plateau fixe, de telle sorte que ce sera la positive qui s'écoulera par les pointes du peigne placé en face du bord inférieur de la fenêtre. Si l'on remplace le papier par une substance isolante, telle que du mica, la machine ne fonctionne pas. Si on le remplace par un bon conducteur, tel que du papier d'étain, par exemple, l'action de la machine est diminuée et cesse bientôt si l'on écarte les électrodes, par ce fait que l'électricité s'écoule trop rapidement par un aussi bon conducteur. L'on ne peut donc employer pour cette partie de la machine qu'un corps demi-conducteur, tel que du papier.

Ces faits et d'autres encore, observés par M. Poggendorff, l'amenèrent à comprendre le véritable rôle que jouent les

fenêtres du plateau fixe. Il était évident, en effet, d'après ce qui précède, que ces fenêtres servaient uniquement à livrer passage à l'électricité qui de la base de la languette doit pouvoir se répandre sur l'armature de papier avec laquelle elle est en communication par dessus le bord inférieur de la fenêtre.

Ce point étant acquis, il devenait facile de simplifier la construction de la machine, et c'est ce qu'a fait M. Poggendorff, en acquérant par là une preuve nouvelle de l'inutilité des fenêtres du plateau fixe. Il remplaça, en effet, les grands évidements pratiqués précédemment dans ce plateau par de petits trous circulaires de 18^{mm} de diamètre, qu'il boucha avec une rondelle en liége : ensuite, sur la face postérieure de cette rondelle, il colla l'armature de papier, sur la face antérieure la languette, qui était recourbée de manière à ce que sa pointe venait se placer à peu près au milieu de l'intervalle des deux plateaux. Avec cette disposition, l'effet de la machine fut exactement le même qu'avec les grands évidements, et cela tant pour la quantité que pour la tension.

La modification apportée de la sorte par M. Poggendorff à la machine de Holtz est une simplification notable pour sa construction, et permettra de la construire à meilleur marché, car c'est une opération délicate et assez dangereuse que d'entailler le plateau fixe, comme on le faisait jusqu'ici sans grande utilité.

La nouvelle disposition permet de plus de constater nettement que l'armature de papier doit se trouver à la face postérieure, la languette à la face antérieure du plateau fixe : car si l'on retourne ce plateau, l'on n'obtient aucun effet, quand même l'on fait tourner le plateau mobile dans le sens inverse de celui dans lequel il tourne ordinairement.

L'on n'obtient donc aucun effet lorsque l'on change la position de l'armature et de la languette, l'on n'en obtient pas davantage lorsque l'on enlève l'un ou l'autre de ces deux éléments de la machine.

Un autre avantage de la nouvelle disposition, c'est qu'un seul plateau fixe, avec quatre armatures comme celles que nous venons de décrire, peut servir aussi bien avec deux peignes métalliques qu'avec quatre, de telle sorte que l'on peut très-facilement et en un instant passer de l'arrangement qui convient au cas de deux peignes à celui que nécessite l'emploi de quatre peignes, de manière à doubler la quantité d'électricité fournie par la machine. Ce dernier arrangement est très-avantageux, comme on le sait, lorsqu'il s'agit de substituer le courant d'influence au courant d'induction, par exemple, lorsque l'on fait passer le courant de la machine de Holtz dans des tubes de Geissler : mais on perd de la sorte en tension ce que l'on gagne en quantité d'électricité. Pour la plupart des expériences d'électricité statique, pour charger des batteries, obtenir de longues étincelles, etc., il faut réduire la machine à deux éléments.

Nous ne parlerons pas ici des modifications de détail que MM. Holtz et Poggendorff ont introduites dans l'emploi de la machine à influence, et qui ont pour but la plupart d'éviter les inversions brusques de courant qui s'y produisent parfois lorsque l'on ne prend pas pour les empêcher des précautions spéciales. Ces modifications consistent essentiellement dans la prolongation des armatures de papier sur toute la surface d'un cadran, et dans un conducteur auxiliaire reliant entre elles les deux extrémités de ces armatures prolongées. Renvoyant pour ces détails et pour les autres modifications apportées à la forme primitive et type de la machine à influence aux différentes notes publiées sur ce sujet par MM. Holtz et Poggendorff [1], nous nous bornerons à ce qui tend à éclaircir la théorie jusqu'ici si obscure de cette remarquable machine.

M. Poggendorff a déjà observé précédemment que l'on peut charger la machine non-seulement en électrisant une des ar-

[1] *Poggend. Annalen*, t. CXXV, p. 157 ; t. CXXVII, p. 320 ; t. CXXX, p. 128, 168 et 287 ; t. CXXXIV, p. 600 ; t. CXXXVI, p. 171.

matures, mais aussi en électrisant préalablement en sens inverse les deux moitiés du plateau fixe. Ainsi, lorsqu'après avoir chargé la machine par le procédé ordinaire, on l'arrête et qu'on décharge aussi bien les électrodes de la machine que les armatures de papier, les deux moitiés du plateau fixe restant seules chargées d'électricités contraires, l'on voit la machine rentrer en activité dès qu'on fait tourner de nouveau le plateau mobile. Elle se recharge sous l'action de ces deux demi-plateaux, lesquels jouent réellement ici le même rôle que deux électrophores chargés de deux électricités contraires. Si, en faisant cette expérience, l'on tourne le plateau fixe de 180°, la machine se recharge de même dès qu'on fait tourner le plateau mobile, mais le courant cette fois est inverse de celui qu'elle donnait d'abord.

On peut faire enfin la même expérience en ne tournant le plateau fixe que de 90°, de telle sorte que les armatures ne se trouvent plus en face des peignes métalliques, et ne jouent plus par conséquent aucun rôle pour renouveler incessamment la charge des deux électrophores. Le courant obtenu de la sorte ne résulte plus absolument que des quantités d'électricités contraires accumulées une fois pour toutes sur ces deux électrophores. M. Poggendorff l'appelle *courant électrophorique (Elektrophorstrom)*. Le sens de ce courant ne dépend évidemment que de la position du plateau fixe et nullement du sens dans lequel tourne le plateau mobile. Ce courant se prolonge assez longtemps et possède une certaine intensité : ainsi M. Poggendorff lui a vu donner des étincelles de cinq pouces de longueur. Il ne peut point cependant remplacer le courant ordinaire de la machine de Holtz, ni même servir à l'expliquer, car le jeu et la distribution de l'électricité y sont infiniment plus compliqués que cela, quand ce ne serait que pour ce qui tient à cette régénération constante qui fait de cette machine une source inépuisable d'électricité. Au contraire, les deux électrophores livrés à eux-mêmes finissent au bout de quelque temps par se décharger et même parfois

se charger en sens inverse, ce que M. Poggendorff a constaté en ramenant le plateau fixe de 90° en arrière, dans sa position primitive, et en observant qu'alors la machine ou bien ne donne point de courant, ou bien donne un courant inverse de celui qu'elle donnait avant que le plateau eût été déplacé.

En terminant, M. Poggendorff indique une disposition à l'aide de laquelle on peut obtenir, outre le *courant principal* de la machine *(Hauptstrom)*, un second courant qui est également un courant *électrophorique*. Pour cela il faut disposer les deux armatures du plateau fixe l'une au-dessus de l'autre, et placer en avant de ces deux armatures les deux peignes d'un conducteur auxiliaire dans lequel passera le courant principal, tandis que le courant électrophorique passera dans les deux électrodes de la machine.

Voilà comment l'auteur explique dans ce cas la production et la distribution de l'électricité. Supposons que l'on électrise positivement l'armature supérieure, il s'écoulera de l'électricité négative des pointes du peigne correspondant, sur la face antérieure du plateau tournant, celle-ci est emportée devant le peigne horizontal de droite, dont elle attire l'électricité positive, la négative s'écoulant dans le conducteur. La même chose se produit en sens inverse dans la seconde partie de la rotation. En admettant que le courant va de l'électrode positive à l'électrode négative, l'on voit que le courant principal dans cette hypothèse va de haut en bas, et le courant électrophorique de gauche à droite. Ce dernier est donc bien produit par l'électricité qui s'est écoulée sur le plateau tournant, et non point par celle qui est accumulée sur le plateau fixe, laquelle donnerait un courant inverse. L'électricité qui a passé des armatures de papier sur le cadran adjacent du plateau fixe est en effet de nom contraire à celle qui s'est écoulée du peigne du conducteur auxiliaire sur le plateau. Du reste, on peut se convaincre de ce renversement que le conducteur auxiliaire produit sur le

courant électrophorique, par le fait que si on l'enlève, l'on a un courant électrophorique plus faible et en sens inverse. Ce courant est donc la différence de deux courants, électrophoriques tous deux, et de sens inverse. Aussi la quantité d'électricité qui y est produite est-elle très-faible, tandis que sa tension est très-grande. Ce courant ne s'affaiblit pas graduellement comme celui dont il a été question plus haut, il se renouvelle par le jeu même de la machine, et il est admirablement approprié à charger des bouteilles de Leyde. M. Poggendorff lui a vu donner des étincelles de plus de six pouces. E. S.

G. MAGNUS. VERÄNDERUNG DER WÄRMESTRAHLUNG, etc. VARIATIONS QU'ÉPROUVE L'INTENSITÉ DU RAYONNEMENT CALORIFIQUE D'UN CORPS AVEC LE DEGRÉ DE POLI DE SA SURFACE. (*Monatsberichte der Kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, octobre 1869, p. 713.)

C'est Leslie[1] qui le premier a fait l'observation que certains corps émettent d'autant plus de chaleur que leur surface est moins polie. Il avait tout d'abord cherché à expliquer ce fait par le changement que la densité superficielle d'un corps subit en même temps que l'on fait varier le degré du poli, et puis il avait fini par admettre plutôt que les aspérités que présente une surface dépolie ont la faculté de laisser échapper plus facilement la chaleur, qu'une surface plane. Melloni[2] a repris plus tard et défendu l'idée que les variations qu'éprouve le pouvoir émissif d'un corps avec le degré de poli de sa surface tiennent aux changements de densité qui doivent se produire en même temps à la surface de ce corps. Il justifiait cette manière de voir en particulier par ceci, c'est que le degré du poli n'exerce cette influence que

[1] *An Inquiry into the nature of Heat*, p. 89.

[2] *Comptes rendus*, tome VII, p. 238. *Annales de chimie et de phys.*, 2me série, tome LXX, p. 435. *Poggend. Annalen*, tome XLV, p. 57.

chez des corps compressibles tels que les métaux, mais point chez des corps élastiques tels que le verre, le jayet, l'ivoire, etc. De plus, en comparant entre eux les différents corps au point de vue de leur pouvoir émissif pour la chaleur, l'on reconnaît que celui-ci est à peu de chose près inversément proportionnel à leur densité : il est donc naturel d'admettre, et c'est ce qu'a fait Melloni, que cette même loi s'applique aux différents états dans lesquels un seul et même corps peut présenter des densités différentes. Or, il est bien connu que les métaux tirés au laminoir ou martelés présentent une plus grande densité à leur surface que dans leur intérieur. Si donc l'on observe chez les métaux rayés une augmentation du pouvoir émissif, cela doit tenir à ce que, en les rayant, on met à nu les parties intérieures moins denses que la couche écrouie qui les recouvrait. Pour le démontrer, Melloni citait entre autres l'expérience qu'il exécuta avec un cube dont les faces latérales étaient formées par quatre plaques d'argent : deux de ces plaques avaient été martelées, l'une d'elles était polie, l'autre rayée ; les deux autres plaques avaient été coulées et refroidies lentement : l'une d'elles également était polie, l'autre rayée. Il reconnut, en comparant entre elles les quantités de chaleur émises par ces différentes plaques, qu'en rayant la plaque écrouie on augmente son pouvoir émissif, tandis qu'en faisant subir la même opération à la plaque coulée, on diminue au contraire ce même pouvoir émissif : dans le premier cas, on détruit la couche superficielle plus dense, dans le second cas l'action est tout autre : la densité étant au début la même pour toute la masse du corps, on l'augmente à la surface par la compression qu'on exerce sur elle en la rayant.

Plus récemment des expériences exécutées sur le même sujet par M. Knoblauch [1], sont venues confirmer, en apparence du moins, les idées de Melloni. Une de ces expériences consista à recouvrir d'une mince couche galvanique deux

[1] *Poggend. Annalen*, tome LXX, p. 343.

plaques de cuivre, l'une rayée, l'autre polie, qui avant cette opération avaient montré des pouvoirs émissifs fort différents, et qui, après avoir été ramenées de la sorte à posséder la même densité superficielle, se trouvèrent aussi avoir le même pouvoir émissif.

M. Magnus n'admettant point l'interprétation donnée par ces divers physiciens à leurs expériences, a repris entièrement l'étude de cette question, et est arrivé à des conclusions tout opposées à celles qui étaient admises jusqu'ici.

Le savant physicien de Berlin reconnut d'abord qu'une feuille de platine fortement écrouie par un laminage énergique émet une quantité de chaleur tout aussi considérable dans cet état qu'après avoir été recuite. D'où il paraît résulter clairement que la dureté d'un corps, toutes conditions égales d'ailleurs, n'influe pas sur son pouvoir émissif.

Il observa ensuite qu'une plaque de platine qui avait été passée entre deux laminoirs, dont l'un présentait de petites rainures très-fines, l'autre étant absolument lisse, n'émettait pas plus de chaleur par la face ainsi rayée que par la face opposée et polie. D'où il suit que des sillons pratiqués régulièrement à la surface d'un corps n'augmentent pas nécessairement son pouvoir émissif.

De plus, si l'on frotte avec du papier d'émeri fin une plaque de platine préalablement recuite dans la flamme de la lampe d'émailleur et rendue tout à fait tendre par suite de cette opération, l'on peut arriver en la rayant à doubler son pouvoir émissif. Or il n'est pas probable qu'une pareille augmentation provienne seulement du changement nécessairement très-faible que l'on a pu produire sur la densité superficielle de la plaque en la rayant.

M. Magnus s'est servi pour ses expériences d'un cylindre en laiton ayant un diamètre et une longueur égaux tous deux à 50^{mm}. L'une des deux bases de ce cylindre est formée par la plaque sur laquelle on veut opérer et qui est

maintenue à 100° par un courant continu de vapeur d'eau qui traverse le cylindre. Cette plaque, qui doit évidemment pouvoir se changer très-facilement, vient s'appliquer sur un large rebord que présente le cylindre et contre lequel on la serre à l'aide d'un anneau en laiton et de trois vis. On obtient une fermeture hermétique en disposant entre la plaque et le rebord du cylindre un anneau de papier très-fort qui fait office de cuir.

Pour éviter que la surface sur laquelle il opérait, traitée de la sorte au papier d'émeri, ne présentât quelque impureté, M. Magnus la plongeait, après l'avoir dépolie, dans de l'acide azotique chaud, la lavait ensuite avec de l'eau distillée et la séchait enfin sans se servir d'aucun linge. En outre, par l'emploi du platine il évitait d'opérer, comme l'avaient fait d'autres expérimentateurs, soit sur des métaux attaquables par l'hydrogène sulfuré, comme l'argent, soit sur des métaux facilement oxydables, tels que le cuivre et le plomb.

Une dernière expérience citée par M. Magnus consiste à recouvrir une plaque de platine d'une mince couche de mousse de platine, ce qui se fait en la chauffant fortement, après l'avoir enduite de protochlorure de platine ammoniacal. Par cette opération, on communique à cette plaque un pouvoir émissif sept fois plus fort que celui qu'elle possédait d'abord. Or, cette augmentation ne peut pas tenir à un changement de densité, car les petites particules qui composent la mousse doivent avoir toutes séparément, à très-peu de chose près, la même densité que la plaque.

A la suite de ces observations, qui, on le voit, ébranlent singulièrement les conclusions présentées par Melloni et généralement admises après lui, M. Magnus a cherché à expliquer l'influence du degré de poli d'un corps sur son pouvoir émissif pour la chaleur, non plus par les variations de densité qui peuvent se produire à la surface de ce corps, mais par le fait que les aspérités qui se trouvent à la surface

d'un corps dépoli peuvent par leur présence modifier les proportions dans lesquelles les rayons calorifiques sortent de ce corps ou sont réfléchis dans son intérieur. Plus l'indice de réfraction est grand pour les rayons calorifiques qui passent d'un corps quelconque dans l'air, plus est grand le nombre des rayons qui subissent la réflexion totale, moins par conséquent le corps émet de chaleur au dehors. Les métaux ont indubitablement un indice de réfraction très-grand : aussi ils réfléchissent en très-grandes proportions les rayons qui tombent sur leur surface, et n'émettent qu'une faible partie des rayons qui viennent de leur intérieur. M. Magnus a trouvé que la présence d'un petit nombre de grandes aspérités n'augmente que peu et même point du tout le nombre des rayons sortant, et qu'il ne se produit un changement un peu notable du pouvoir émissif d'un corps que lorsque les rayons de courbure de ces aspérités sont très-petits et changent très-rapidement, de plus lorsque la substance rayonnante est très-peu diathermane. D'une manière générale, lorsqu'on raye une surface, il peut se faire aussi bien que l'on diminue son pouvoir émissif que l'inverse. Mais lorsque les sillons que l'on pratique de la sorte sont très-fins et très-profonds, il arrive presque toujours, lorsqu'il s'agit d'une substance peu diathermane, comme les métaux, que leur présence augmente son pouvoir émissif. Lorsque la surface d'un corps est recouverte d'une poussière fine de la substance qui le compose, son pouvoir émissif augmente toujours dans de très-fortes proportions, et cela non-seulement pour des subtances peu diathermanes, comme les métaux, mais même pour des substances très-diathermanes, comme le sel gemme.

E. S.

CHIMIE.

Th. Graham. Nouvelles recherches sur l'hydrogénium. (*Proceedings of the Royal Society*, juin 1869, et *Philosophical Magazine*, décembre 1869.)

L'auteur, dans un précédent mémoire [1], en se fondant sur l'allongement que subit un fil de palladium par suite de l'occlusion de l'hydrogène, a conclu que la densité de l'hydrogénium était un peu au-dessous de 2. Dans un nouveau travail, qui a précédé de quelques semaines seulement sa fin prématurée, l'éminent chimiste est arrivé à conclure qu'un autre nombre, égal à la moitié du précédent, peut se déduire avec autant de probabilité des mêmes données expérimentales. Ce double résultat paraît être la conséquence du phénomène de raccourcissement permanent observé dans le fil de palladium après l'expulsion de l'hydrogène. Dans une expérience décrite précédemment, un fil de $609^{mm}.14$ de long atteignit, après avoir été chargé d'hydrogène, la longueur de $618^{mm}.92$, et puis se raccourcit jusqu'à $599^{mm}.44$ après l'expulsion du gaz. L'allongement était ainsi de $9^{mm}.77$, et le retrait de $9^{mm}.7$, équivalant à une différence totale de $19^{mm}.47$, l'allongement et le retrait étant d'ailleurs égaux. Or, il n'est nullement impossible que le volume ajouté au fil par l'absorption de l'hydrogénium soit représenté par l'allongement et le retrait pris ensemble, et non par l'allongement tout seul, comme l'auteur l'avait supposé jusqu'à présent. Il suffit pour cela d'admettre, ce qui d'ailleurs paraît très-probable, que le retrait des molécules de palladium a lieu au moment de la première absorption de l'hydrogène, et qu'elles n'attendent pas l'expulsion du gaz pour se rapprocher. De cette façon, l'hydrogénium occuperait un volume double de celui qui lui avait été assigné précédemment, et partant, sa densité se trouverait réduite de moitié. Ainsi dans l'expérience citée

[1] Voyez *Archives*, tome XXXIV, p. 183, février 1869.

plus haut, le volume de l'hydrogénium dans l'alliage s'élèvera, d'après la nouvelle donnée, de 4,68 pour cent à 9,36 pour cent, et sa densité tombera de 1,708 à 0,854. Dans une série de quatre expériences sur le même fil également consignées dans le mémoire précédent, la somme des retraits s'est trouvée un peu plus grande que la somme des allongements, justifiant ainsi une plus grande réduction dans la densité de l'hydrogénium, laquelle ne serait plus que de 0.8051. Il convient toutefois d'observer que la première expérience, dans l'hydrogénation d'un fil quelconque de palladium, est celle qui paraît donner les résultats les plus uniformes. L'expulsion subséquente de l'hydrogène par la chaleur endommage toujours plus ou moins le fil, et affecte probablement la régularité de sa dilatation en divers sens, tandis que dans une première expérience l'égalité de l'expansion et du retrait paraît d'une certitude absolue. L'auteur cite à l'appui de cette opinion l'expérience suivante sur un fil neuf de palladium pur. Ce fil, après avoir reçu une pleine charge d'hydrogène, savoir, $956^{vol}.3$, s'est allongé de $609^{mm}.585$ à $619^{mm}.354$, soit de $9^{mm},769$. Après l'expulsion de l'hydrogène, sa longueur n'était plus que de $600^{mm}.115$, soit de $9^{mm}.470$ au-dessous de sa longueur primitive. Dans ce cas l'allongement et le retrait se sont trouvés égaux à $0^{mm},3$ près. La somme des deux changements, représentée par $19^{mm}.239$, peut être considérée comme la mesure de l'augmentation en longueur du fil due à l'addition de l'hydrogène. Elle indique une expansion linéaire de 3,205 pour cent, et une expansion cubique de 9,827 pour cent. La composition du fil serait donc représentée comme suit :

Palladium	100,000	ou	90,895
Hydrogénium . .	9,827	ou	9,105
	109,827	ou	100,000

La densité du palladium était 12.3, le poids du fil $1^{gr}.554$.

et son volume $0^{cc}.126$. Le volume de l'hydrogène occlus était de $120^{cc}.5$. Le poids du même serait de $0^{gr}.0108$. et le volume de l'hydrogénium de $0^{cc},01238$. On aurait donc :

$$100 : 9.827 = 0.126 : 0.01238$$

d'où la densité de l'hydrogénium serait de $\frac{0,0108}{0,01238} = 0,872$: résultat qui se rapproche beaucoup du précédent.

Il a été déjà remarqué dans un précédent mémoire que le palladium allié à l'argent continuait à occlure l'hydrogène. Depuis lors l'auteur a constaté qu'il en est de même des alliages du palladium en général, pourvu que la proportion du second métal ne dépasse pas notablement la moitié du mélange. Ces alliages éprouvent tous une dilatation par suite de l'absorption de l'hydrogène, et ce qu'il y a de singulier, c'est qu'avec la même addition d'hydrogène, cette dilatation est plus grande, environ le double que dans le cas du palladium pur. Après l'expulsion de l'hydrogène au moyen de la chaleur, l'alliage revenait chaque fois à sa longueur primitive sans raccourcissement du fil. Le retrait si embarrassant du palladium avait donc disparu.

Palladium, platine et hydrogène. — Cet alliage est très-malléable et ductile. Sa densité est de 12.64. De même que le palladium pur, il absorbe avec avidité l'hydrogène. Un fil de $601^{mm}.845$ a atteint la longueur de $618^{mm}.288$, après avoir absorbé $701^{vol}.9$ de gaz hydrogène. Ces nombres indiquent un allongement linéaire de $16^{mm}.443$ ou de 2.732 pour cent, et une dilatation cubique de $8^{vol}.423$ pour cent. Le produit peut être représenté comme suit :

	En volume		
Métaux fixes. . . .	100.000	ou	92.225
Hydrogénium. . .	8,423	ou	7,775
	108.423		100.000

Les éléments pour le calcul de la densité de l'hydrogénium sont les suivants, en supposant, comme précédemment, que les métaux s'unissent sans condensation :

Poids primitif du fil	$4^{gr},722$
Volume primitif du fil.....	$0^{cc},373$
Volume de l'hydrogène extrait.....	$264^{cc},5$
Poids de ce même hydrogène (calculé).	$0^{gr},0237$

Dans ce cas, le volume de l'hydrogénium sera au volume du fil, $0^{cc},373$, comme 100 est à 8,423, c'est-à-dire $0^{cc},03141$; et en divisant le poids de l'hydrogénium par son volume, savoir, $\frac{0,0237}{0,03141}$, on trouve pour la densité de l'hydrogénium, 0,7545.

En chassant par la chaleur rouge tout l'hydrogène du fil, celui-ci a paru revenir très-exactement à ses premières dimensions. Dans ce cas, la présence du platine paraît avoir eu pour effet de soutenir, pour ainsi dire, le palladium, de telle façon qu'aucun retrait du métal ne pût avoir lieu. Cet alliage indique donc la véritable augmentation de volume causée par l'absorption de l'hydrogénium, en évitant la complication provenant du retrait du métal fixe. Il est donc évident que le retrait du palladium pur doit avoir lieu dès la première entrée de l'hydrogène dans le métal. L'allongement du fil, dû à l'absorption de l'hydrogénium, se trouve ainsi annullé pour la moitié environ, et le volume apparent de l'hydrogénium est réduit d'autant. C'est par cette raison que la densité de l'hydrogénium a d'abord été représentée comme le double de ce qu'elle est en réalité.

M. Graham a répété les expériences ci-dessus sur des alliages de palladium et d'or, et de palladium et d'argent avec l'hydrogénium. Il a remarqué à cette occasion que le pouvoir absorbant du palladium disparaît entièrement lorsqu'on le fait fondre avec beaucoup plus que son poids d'un métal fixe. Les alliages de palladium, contenant de 70 à 80 pour

cent d'argent, n'absorbent pas la plus petite quantité d'hydrogène.

L'espace nous manque pour entrer dans le détail des expériences subséquentes de M. Graham, destinées à déterminer la densité de l'hydrogénium d'après l'allongement, par suite de l'occlusion de l'hydrogène, d'un fil composé d'un alliage d'or et d'un alliage d'argent avec le palladium. Nous remarquerons seulement que dans le cas de ces alliages, comme dans celui du platine, le fil, après l'expulsion de l'hydrogène, paraît revenir exactement à sa longueur primitive, sans retrait sensible du métal fixe.

Les conclusions définitives auxquelles l'auteur a été conduit au sujet de la densité de l'hydrogénium, par ses combinaisons avec le palladium seul et avec des alliages de palladium et d'autres métaux, peuvent être résumées comme suit:

	Densité de l'hydrogénium observée.
En combinaison avec le palladium . .	0,854 à 0,872
et le platine. . .	0,7401 à 0,7545
» » et l'or.	0,711 à 0,715
» » et l'argent . . .	0,727 à 0,742

On remarquera que ces résultats, compris entre 0,711 et 0,7545, présentent une très-grande uniformité dans le cas des alliages composés, lesquels, comme nous l'avons vu, permettent d'éviter le retrait. L'auteur adopte donc, au moins provisoirement, la moyenne entre ces deux extrêmes, soit le nombre 0,733, comme représentant très-approximativement la densité de l'hydrogénium.

Julius Thomsen. Recherches thermo-chimiques. 2me partie: Sur les hydracides du chlore, du brome, de l'iode, du fluor et du cyanogène. (*Poggend. Annalen*, t. CXXXVIII, p. 201.)

Ayant exposé d'une manière complète dans un article pré-

cédent[1] la méthode expérimentale suivie par l'auteur et la méthode de calcul par laquelle il conclut, de l'effet thermique produit dans une réaction, la nature et la grandeur de l'action chimique qui a eu lieu, je me bornerai à résumer ici les résultats très-intéressants auxquels l'a conduit l'étude des principaux hydracides. Ils montrent combien est précieuse la voie dans laquelle il est entré pour établir entre des corps semblables par leur constitution des analogies et des différences caractéristiques que l'étude seule de leurs propriétés chimiques n'avait pas suffisamment établies.

J'ai signalé dans l'article précédent quelques circonstances dont il me semblait que l'auteur n'avait pas suffisamment tenu compte et qui pouvaient inspirer quelques doutes sur la parfaite exactitude de ses résultats. Mais, tout en maintenant les observations que j'ai présentées sur ce sujet, je ne pense pas que les corrections qu'il faudrait apporter aux résultats numériques qu'il a obtenus, si l'on pouvait calculer l'influence de ces légères causes d'erreurs, fussent de nature à modifier sensiblement les conséquences qu'il tire de ses observations.

Acide chlorhydrique. Il a été établi, dans le mémoire précédent, que la chaleur de neutralisation de cet acide par la soude est de 13740 calories, et qu'un excès d'acide agissant sur le chlorure de sodium ne donne lieu qu'à une absorption de chaleur insignifiante, —32 calories.

M. Thomsen s'est assuré de plus qu'il n'y a pas d'effet thermique produit par l'action de la soude sur le chlorure de sodium. La chaleur de neutralisation est donc proportionnelle à la quantité d'acide jusqu'à ce que celle-ci atteigne la proportion fixe d'un équivalent pour un de soude.

L'avidité de l'acide chlorhydrique (tendance à se combiner avec la soude), ayant été trouvée égale à celle de l'acide azotique et supérieure à celle de tous les autres acides, M. Thomsen la représente par le chiffre 1.

[1] *Archives*, tome XXXVI, p. 301.

Acide bromhydrique. Sa chaleur de neutralisation est la même que celle de l'acide chlorhydrique, 13748 calories.

Un second équivalent d'acide donne lieu à une très-faible absorption de chaleur, —40 calories.

L'avidité de cet acide a été déterminée par l'étude des effets thermiques produits, soit par l'action de l'acide sulfurique sur le bromure de sodium, soit par celle de l'acide bromhydrique sur le sulfate de soude. Il en résulte que la soude se partage entre l'acide bromhydrique et l'acide sulfurique dans le rapport de 0,645 : 0,354. L'avidité de l'acide bromhydrique est donc de 1,82 par rapport à celle de l'acide sulfurique, ou 0,89 en prenant pour unité celle de l'acide chlorhydrique.

Acide iodhydrique. Sa chaleur de neutralisation, presque identique avec celle des deux acides précédents est de 13676 calories. Pour le second équivalent d'acide, l'absorption de chaleur est de —56 calories. L'avidité de cet acide est de 1,61 par rapport à l'acide sulfurique, et 0,79 par rapport à l'acide chlorhydrique.

Acide fluorhydrique. Cet acide se distingue à plusieurs égards des précédents. Sa chaleur de neutralisation, la plus grande qui ait été encore observée, est de 16272 calories. Un second équivalent d'acide, ajouté au fluorure de sodium, donne lieu à une absorption de chaleur très-notable, —288 calories [1].

Enfin, ce qui établit surtout la plus grande différence entre cet acide et les précédents, c'est la faiblesse de son avidité : elle peut être exprimée approximativement par le chiffre 0,05 ; ce qui veut dire qu'entre des équivalents égaux d'acide chlorhydrique et d'acide fluorhydrique, les $\frac{19}{20}$ de la soude se combinent avec le premier et $\frac{1}{20}$ seulement avec le second.

Acide cyanhydrique. La chaleur de neutralisation de cet

[1] Ce fait, analogue à celui qui se présente pour l'acide sulfurique, tient évidemment à ce que ces deux acides peuvent former des sels biacides, tandis que les autres hydracides n'ont pas cette propriété.

acide est beaucoup moindre que celle des précédents. Elle est proportionnelle à la quantité d'acide jusqu'à un équivalent, et est alors de 2766 calories. Un second équivalent acide donne lieu à un très-faible dégagement de chaleur, 26 calories.

Quant à l'avidité de cet acide, elle est si faible qu'elle n'est pas appréciable. Il n'y a aucun effet thermique produit par l'action de l'acide cyanhydrique sur le sulfate de soude.

Ces expériences prouvent que les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique forment, au point de vue de leur rôle thermique, comme à celui de leurs propriétés chimiques, un groupe parfaitement déterminé, dont les deux autres hydracides ne font point partie.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Cienkowski. Ueber die Clathrulina, etc. Sur les Clathrulina, nouveau genre d'Actinophryens. (*Archiv für mikr. Anat.*, III, 1867, p. 311.)—Greeff. Ueber Actinophrys, etc. Sur l'Act. Eichhornii et un nouveau Rhizopode d'eau douce. (*Ibid.*, p. 566.) — Le même. Ueber Radiolarien, etc. Sur les radiolaires et leurs proches parents parmi les Rhizopodes d'eau douce. (*Ibid.*, V, 1869, p. 459.) — Focke. Ueber schalenlose Radiolarien, etc. Sur des radiolaires d'eau douce dépourvus de coque. (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, XVIII, p. 345.) — Grenacher. Bemerkungen, etc. Remarques sur l'Acanthocystis viridis. (*Ibid.*, XIX, p. 289.) — Le même. Ueber Actinophrys sol. Sur l'Actinophrys sol. (*Verhandl. d. Würzburger Phys. Med. Gesellchaft*, N. F. Band I, p. 166.) — Archer. On some freshwater Rhizopoda, etc. Sur des Rhizopodes d'eau douce nouveaux ou peu connus. (*Quarterly Journal of microscopic. Science*, IX, p. 397 et X, p. 17.)

Les Rhizopodes peuplent, comme l'on sait, en abondance

toutes les mers. Mais un petit nombre seulement des ordres constituant cette classe, à savoir les Rhizopodes nus ou amibes et les Monothalames, se retrouvent en grand nombre dans les eaux douces. Les Polythalames, qui étonnent par l'immensité de leur développement dans les faunes marines actuelles et passées, ne comptent aujourd'hui pas un seul représentant dans les eaux douces. Il en était, jusqu'ici, à peu près de même du groupe des Radiolaires ou Polycystines, si riche en formes et en couleurs, surtout dans les mers chaudes.

Toutefois, on a déjà plusieurs fois, durant ces dernières années, essayé de démontrer des relations plus intimes entre certains Rhizopodes d'eau douce et les Radiolaires de la mer. Ces tentatives sont aujourd'hui couronnées de succès, grâce aux recherches approfondies de plusieurs observateurs. Ce sont surtout les Actinophrys qui ont servi de point de départ à ces travaux, et la parenté, soit de ce genre, soit surtout de quelques autres genres voisins, avec les Radiolaires, paraît mise hors de doute par les travaux successifs de MM. Max Schultze, Carter, Cienkowski, Archer, Hæckel, Greeff, Focke, Kölliker et Grenacher.

Une des formes les plus remarquables, parmi celles qui trouvent ici leur place, est un Rhizopode découvert, à peu près simultanément (1867) par M. Archer et M. Cienkowski, et retrouvé, plus tard, par M. Hæckel et M. Greeff. Cet animal est connu sous le nom de *Clathrulina elegans*, et il a été étudié surtout, avec un soin tout spécial, par M. Cienkowski, et, plus tard, par M. Greeff. Le caractère le plus remarquable de ce Rhizopode, caractère qui l'unit étroitement aux Radiolaires, c'est l'existence, autour de son corps, d'une coque siliceuse, percée à jour d'un grand nombre d'ouvertures, au point d'apparaître comme une sorte de treillis. Un autre caractère, fort remarquable, mais étranger à tous les Radiolaires marins jusqu'ici connus, c'est l'existence d'un pédoncule tubulaire, par lequel la coque est fixée soit à des corps

étrangers, soit aux batonnets siliceux du treillis d'un autre individu de la même espèce. M. Cienkowski a décrit le corps du Rhizopode enfermé dans cette coque, comme identique en tous points avec celui d'une Actinophrys. Cependant M. Greeff ne partage pas entièrement cet avis. Il trouve le corps de la Clathrulina muni d'un bord irrégulièrement lobé, par suite de la base élargie des pseudopodes. Ceux-ci se ramifient *fréquemment*, soit à leur naissance, soit à leur extrémité, et contractent, en outre, des anastomoses fréquentes entre eux. Enfin, toute vésicule contractile fait défaut. Tous ces caractères font défaut aux Actinophrys.

Le protoplasma du corps renferme constamment de nombreuses vacuoles et un nucléus de forme vésiculeuse. La reproduction se fait, comme M. Cienkowski l'a montré, soit par division spontanée, soit par enkystement. La division a lieu par l'étranglement de l'animal, en deux moitiés, dans l'intérieur de la coque. L'un des individus, ainsi produits, se glisse au dehors par une des ouvertures de l'enveloppe siliceuse, passe par une sorte de phase d'Actinophrys, pour se transformer bientôt en une véritable Clathrulina, par la sécrétion d'une tige et d'une coque. L'enkystement est précédé d'une division plusieurs fois répétée du corps protoplasmatique dans l'intérieur de la coque. Chacun des produits de cette division s'entoure d'un kyste sphérique, où il reste à un état de vie latente pendant plusieurs mois. Puis les kystes s'ouvrent, les jeunes individus en sortent, glissent au dehors par une ouverture de la coque du parent, et se développent comme des produits de la simple division ci-dessus décrite. M. Greeff a confirmé l'exactitude de toutes ces observations.

Il est certain que si l'on rencontrait la Clathrulina dans la mer, ou à l'état fossile, surtout privée de sa tige, on n'hésiterait pas un instant à la classer parmi les Radiolaires. On la placerait, comme le fait remarquer M. Greeff, dans la famille des Ethmosphérides, tout auprès du genre Héliosphère. Il est clair que la présence de la tige n'est pas suffisante pour rom-

pre ces affinités. C'est une forme sédentaire au lieu d'une forme errante. Les Radiolaires présentent, il est vrai, certaines particularités de leur corps mou qui ont servi jusqu'ici à les distinguer de tous les autres Rhizopodes, à savoir la capsule centrale et les « cellules jaunes. » Ces dernières manquent, il est vrai, dans certains cas, et ont par suite moins d'importance que la capsule centrale, dont l'absence n'a été constatée, jusqu'ici, que par M. Stuart, chez la *Coscinosphæra ciliosa*. Les Clathrulinas ne renferment rien qu'on puisse comparer aux cellules jaunes. Une capsule centrale, à structure compliquée, leur fait également défaut. Mais il n'est pas impossible qu'on puisse paralléliser le noyau vésiculeux de notre animalcule, avec une partie tout au moins de la capsule centrale, comme, par exemple, avec la vésicule interne (*Binnenblase* Hæckel) ou avec le noyau de celle-ci.

Il est nécessaire ici de nous arrêter sur l'importance relative des différentes parties constitutives du corps chez les Rhizopodes que nous considérons. Dans son grand ouvrage sur les Radiolaires, M. Hæckel mentionne un arrangement radiaire des fins granules de la vésicule interne, et il ajoute que, dans divers cas, la membrane de cette vésicule lui a paru percée de pores tubulaires. Il a vu, en outre, la membrane de la capsule centrale, chez plusieurs Thalassicolles, traversée par des stries parallèles, qu'il tient pour l'expression de très-fins pores tubulaires. M. Schneider a fait récemment, sur la *Thalassicolla nucleata*, de très-intéressantes observations, desquelles il résulte que la capsule centrale, avec son contenu, est la partie la plus importante du corps des Radiolaires. Ce savant pense, contrairement à l'opinion généralement accréditée, que cette capsule a une importance physiologique supérieure à celle du sarcode extra-capsulaire, et même que ce dernier est sécrété par elle. Non-seulement il a vu ce sarcode extra-capsulaire se renouveler par une exsudation de la capsule centrale : mais il a constaté en outre, et cette observation a ici une grande importance, que les pseudopodes

sortent de la capsule par les pores tubulaires. Les pseudopodes, ou plutôt leurs filets axiaux, sont donc un produit du sarcode intra-capsulaire. Les pores de la vésicule interne et de la capsule centrale seraient donc des ouvertures destinées au passage des filets axiaux des pseudopodes.

Conservant présents à l'esprit ces faits constatés chez les Radiolaires marins, revenons aux organismes voisins, de nos eaux douces. Le premier, M. Max Schulze a reconnu que chez l'*Actinophrys Eichhornii*, comme chez les Radiolaires, les pseudopodes sont formés d'une substance corticale, plus molle et plus mobile, et d'un filament axial hyalin plus résistant. Toutefois, cet organisme s'éloigne des Radiolaires monozoïques, que nous avons pris pour point de comparaison, par l'existence d'un grand nombre de noyaux vésiculeux, au lieu d'une seule capsule centrale. Mais chez l'*Actinophrys Sol*, il n'existe qu'une seule vésicule centrale, et l'on peut poursuivre, selon MM. Kölliker et Grenacher, les filets axiaux des pseudopodes à travers le sarcode cortical, jusqu'à la surface de cette vésicule. S'il était démontré que cette vésicule centrale fût vraiment entourée d'une membrane, ne serait-il pas permis de se demander, avec M. Greeff, si cette membrane n'est pas percée de pores comme la capsule centrale des Radiolaires? L'*Actinophrys Sol* serait dans ce cas un Radiolaire monozoïque. Mais en est-il bien de même de l'*A. Eichhornii?* Si les nucléus découverts dans son intérieur par M. Kölliker, sont les homologues du nucléus unique de l'*A. Sol*, ce serait un être essentiellement polyzoaire, assimilable aux *Radiolaria polycyttaria* de M. Hæckel. M. Kölliker estimait le nombre de ces noyaux à dix ou douze pour chaque individu; M. Schultze, à 40 et au delà. Enfin, M. Grenacher le porte à 100, 150 et au delà. Mais il ne faut pas oublier que ces nucléus ne sont pourtant pas entièrement identifiables aux capsules centrales des Radiolaires pur sang, et nul n'a songé jusqu'ici, parmi les Rhizopodes monothalames, à considérer les Arcelles comme polyzoaires, à cause de la multiplicité de

leurs nucléus. M. Focke paraît cependant avoir découvert des Radiolaires d'eau douce dans l'intérieur desquels il existe des boules vertes, tout à fait comparables aux capsules centrales des Rhizopodes marins, et donnant issue aux pseudopodes.

D'autres formes de Rhizopodes d'eau douce, remarquables par leurs affinités avec les Radiolaires, sont les animaux classés aujourd'hui dans le genre *Acanthocystis* Carter. M. Greeff a décrit plusieurs espèces de ce genre, dont la validité spécifique est, il est vrai, contestée pour plusieurs, tout au moins par M. Archer. L'espèce type, *A. viridis*, était déjà connue de M. Ehrenberg, et a été revue par MM. Perty, Claparède et Lachmann. Tous ces auteurs la considéraient comme une véritable Actinophrys : cependant les deux derniers ont déjà distingué chez cet animalcule deux espèces de rayons : les uns plus courts et plus larges, les autres plus longs et plus fins. Vint alors M. Carter, qui fit la découverte importante que les rayons courts et rigides sont de véritables aiguilles, solides, bifurquées à l'extrémité, et que les rayons plus longs sont seuls formés du sarcode mobile. Cet animal a été observé depuis lors par M. Archer, qui en fait le genre Raphidiaphrys, par M. Grenacher et M. Greeff. Tous ont confirmé l'existence des aiguilles et reconnu qu'elles sont formées de silice. Mais il en existe en réalité de deux espèces, les unes fort longues, qui sont celles vues par M. Carter, et d'autres de moitié plus courtes, mais à fourches terminales bien plus grandes, et celles-là ont été découvertes par M. Grenacher. Toutes sont disposées dans une direction radiaire, et s'attachent à la surface du corps, comme les piquants d'un oursin, par une petite plaque circulaire. Entre elles surgissent les pseudopodes, fort délicats, composés d'un filet axial et d'une couche corticale, au mouvement de molécules accoutumé. M. Carter avait décrit le corps protoplasmatique de son Acanthocystis comme entouré d'une cuirasse flexible, que M. Gre-

nacher réduit à une simple couche corticale plus dense. M. Archer et M. Greeff nient aussi l'existence de toute membrane à la surface du corps. L'apparence qui a trompé M. Carter résulte uniquement de la juxtaposition des petites plaques basilaires des aiguilles.

La ressemblance des Acanthocystis avec les Acanthomètres, et par conséquent leurs affinités avec les Radiolaires, n'échapperont à personne. Ces êtres s'éloigneraient, en revanche, de ce groupe, selon MM. Carter et Archer, par la possession de vésicules contractiles dont l'existence est, il est vrai, niée par M. Greeff. Le protaplasma du corps contient de nombreuses vacuoles, et en outre des vésicules renfermant un noyau qui leur donne tout à fait l'apparence de cellules. Parmi ces dernières, M. Greeff a presque toujours pu distinguer une vésicule plus grande, à masse nucléaire solide et considérable, qui devient granuleuse sous l'influence de l'acide acétique. De ce corps central paraissent surgir des rayons très-fins dans toutes les directions. Ces rayons se dirigent vers la périphérie pour pénétrer jusque dans les pseudopodes, dont ils constituent l'axe. Le protoplasma des Acanthocystis renferme aussi des granules verts, dont le rôle est inconnu, et qu'on pourrait songer à paralléliser aux cellules jaunes des Radiolaires. Chez une forme que M. Greeff considère comme une espèce à part, ces granules sont d'un jaune intense, et ce savant a cru reconnaître qu'ils jouent le rôle de corps reproducteur. Mais ce fait ne paraît pas établi d'une manière suffisante.

Un troisième genre, fort remarquable par ses affinités avec les Radiolaires marins, a été décrit par M. Greeff sous le nom d'*Astrodisculus*, et compte déjà cinq espèces. Chez ces animalcules, le corps sarcodique est entouré d'une large zone claire. Cette zone est formée par une capsule siliceuse très-délicate, percée d'une multitude de petites ouvertures. A travers les pores de cette enveloppe sortent non-seulement les

pseudopodes, mais aussi des globules d'un volume relativement considérable, ce qui permet de supposer çà et là des ouvertures plus grandes, fermées seulement par une couche organique perméable.

Enfin, M. Greeff décrit sous le nom d'*Hyalolampe* un genre nouveau, très-remarquable par la délicatesse de son squelette siliceux. Au premier abord, ce savant crut avoir sous les yeux un réseau de sarcode alvéolaire, semblable à de l'écume. Mais l'emploi de réactifs ne tarda à lui faire reconnaître la nature siliceuse de ce réseau délicat.

Ce résumé montre d'une manière évidente qu'il n'est plus possible aujourd'hui de considérer les Radiolaires comme entièrement exclus des eaux douces. Quelques-unes des formes que nous venons de mentionner doivent être indubitablement classées dans ce groupe, et beaucoup d'autres Rhizopodes héliozoaires, soit Actinophryens, présentent des traits d'affinités avec eux qui ne doivent point être négligés. D'autres Rhizopodes intéressants ont été aussi découverts récemment par M. Archer dans les genres Pleurophrys, Diaphoropodon et Amphitrema (ces deux derniers sont nouveaux), mais ils n'offrent pas avec les Radiolaires d'affinités aussi positives que ceux considérés plus haut. E. C.

Maurice Girard. Études sur la chaleur libre, dégagée par les animaux invertébrés, et spécialement les insectes. (*Annales des Sciences naturelles*, XI, 1865, p. 134.)

Le travail de M. Girard débute par un historique fort intéressant des nombreux travaux faits jusqu'ici sur la chaleur animale des invertébrés et spécialement des insectes. Il s'étend surtout en détail, et avec beaucoup d'éloges sur les belles recherches de Newport, qui sont, en effet, ce que nous possédions jusqu'ici de plus remarquable sur ce sujet.

Il est en revanche sévère pour Dutrochet, auquel M. Gavaret accorde, selon lui, trop d'importance dans son ouvrage sur la chaleur produite sur les êtres vivants. Il remet aussi en lumière les recherches de Dubost (1800), qui ont passé inaperçues malgré la précision scientifique avec laquelle elles avaient été conduites. Les recherches propres de M. Girard ont été faites à l'aide de procédés très-divers. Il s'est servi du thermomètre à mercure, dont il réussit à introduire la petite boule dans le rectum des chenilles et d'autres insectes, sans lésion de l'animal. Il s'est servi aussi du thermomètre différentiel de Leslie, dans lequel il a introduit une modification nécessaire pour ses expériences. L'une des boules offre une profonde cavité intérieure, de sorte que le volume de l'air compris dans la zone concentrique, est sensiblement égal à celui du volume de l'air de l'autre boule. L'orifice rétréci est fermé par un bouchon muni d'un tube, par où l'air entre et sort librement. L'insecte à expérimenter est introduit dans cette cavité avec les précautions nécessaires, pour ne pas fausser le résultat. M. Girard s'est servi aussi des aiguilles thermo-électriques à deux soudures, formées de fer et de cuivre, ou mieux de fer et de platine, aiguilles qui ont déjà rendu, entre les mains de M. Becquerel, de grands services pour l'étude de la chaleur animale. Enfin, M. Girard s'est servi des piles thermo-électriques de bismuth et d'antimoine, qui, depuis leur invention par Melloni et Nobili, l'emportent sans contestation sur tous les autres moyens calorimétriques, par leur sensibilité exquise.

Il ne nous est pas possible d'entrer dans le détail des nombreuses expériences de M. Girard, ni dans l'examen des précautions minutieuses qu'il a dû prendre pour en assurer les résultats. Nous nous contenterons de relever quelques-uns des points les plus nouveaux de ses conclusions.

Jamais les insectes adultes, même dans les états de sommeil ou d'affaiblissement, ne présentent d'abaissement au-

dessous de la température ambiante pour la surface de leur corps. Les larves et les nymphes des insectes à métamorphoses incomplètes, se comportent, à ce point de vue, comme les adultes. Elles présentent toujours comme eux une élévation de température au-dessus de l'air ambiant, ou, au moins, une température égale à celle de celui-ci. Il n'en est pas toujours de même chez les insectes à métamorphose complète. L'auteur a souvent constaté, sur des chenilles à corps lisse, que la surface du corps s'abaisse au-dessous de la température de l'air ambiant, ce qui montre que le dégagement de chaleur, par la combustion respiratoire, peut être insuffisant pour compenser la perte due à l'évaporation superficielle ou transpiration cutanée. Le même fait se présente pour les chrysalides. Le cocon dont un grand nombre de chrysalides de Lépidoptères ou d'Hyménoptères s'enveloppent, sert à empêcher une dessication trop rapide de l'animal, qui entraînerait un refroidissement superficiel funeste. En effet, les chrysalides présentent une notable élevation de température, au moment où on les sort du cocon, puis à l'air, elles perdent de leur poids par évaporation, et descendent souvent, pour la surface de leur corps, au-dessous de la température ambiante. En hiver, les chenilles rases engourdies, et les chrysalides reviennent à la température ambiante, ou à de très-faibles excès au-dessus. Les refroidissements superficiels, dus à l'évaporation, ne se produisent plus dès que la température devient très-voisine de 0°, résultat tout à fait conforme aux expériences de la physique.

Le sexe présente une influence marquée sur le dégagement de la chaleur superficielle dans certains groupes d'insectes. C'est ainsi que chez les Bombycides, les mâles sont plus chauds que les femelles. Quelque chose d'analogue paraît exister chez les Phryganes et les Piérides. Mais il faudrait bien se garder de généraliser ces résultats.

Les expériences de M. Girard, sur les différences de température, selon les régions du corps, sont, sans contredit, parmi les plus curieuses. Dans les chenilles, la chaleur n'est pas localisée dans quelques anneaux, mais appartient à tout ce qui concorde bien avec la dissémination analogue des centres nerveux. Il en est tout autrement chez les insectes à locomotion aérienne puissante. La variation de température, qu'ils offrent entre le thorax et l'abdomen, peut atteindre des valeurs considérables. Chez les Bourdons, et surtout chez les Sphingides, Lépidoptères à vol si puissant, ces excès de la température thoracique, sur la température abdominale, s'élèvent habituellement à 4 ou 6 degrés, ou même parfois à 8 ou 10. On peut dire que chez les insectes doués de locomotion aérienne, la chaleur se concentre dans le thorax en un foyer d'intensité proportionnel à la puissance effective du vol. Ces résultats sont conformes aux données anatomiques. Dans le thorax se trouvent à la fois les forts muscles des pattes et des ailes. Ces derniers, en contraction énergique lors du vol, sont le siége d'une active combustion : au contraire, les muscles de l'abdomen sont alors inertes. Il n'y a pas lieu de s'étonner que l'égalisation de la température ne s'opère pas aussi rapidement que chez les vertébrés. Que l'on songe seulement à une Guêpe, une Poliste, un Sphex, dont le thorax est uni à l'abdomen par un si mince pédicule. Avec quelle lenteur les courants sanguins ne doivent-ils pas se transmettre, entre les deux régions, par ce détroit si resserré ? Comme on comprend que la chaleur développée dans le thorax, lors du mouvement du vol, doit passer avec difficulté jusqu'à l'abdomen, si même elle y arrive. Un autre fait, intimement lié à celui que nous venons de rapporter, est le suivant : M. Girard a reconnu, sur les bourdons et les Xylocopes, que le dégagement externe de leur chaleur propre est en rapport avec la production du bourdonnement. La température s'abaisse dès que l'insecte

cesse de bourdonner, mais elle se relève aussitôt que reprend le bourdonnement, et cela un grand nombre de fois consécutives. Le fait a été constaté, soit à l'aide de la pile thermo-électrique, soit à l'aide du thermomètre différentiel.

E. C.

E. Mecznikow. Embryonalentwicklung, etc. Développement embryonnaire du Bothriocephalus proboscideus. (*Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg*, tome VI, p. 717.)

M. Kölliker a déjà remarqué que chez le *Bothriocephalus proboscideus*, une partie seulement du contenu de l'œuf est employé à la formation de l'embryon, et que le reste forme une couche de cellules périphériques dont le sort est resté inconnu à ce savant. Récemment, M. Knoch a contesté l'exactitude de cette observation, mais bien à tort, paraît-il. M. Mecznikow décrit les œufs de ce ver cestoïde comme remplis par une cellule ovarique, entourée d'une masse de vitellus granuleux. La cellule subit une segmentation totale, tandis que la masse vitelline ne prend aucune part à la formation de l'embryon. De l'amas cellulaire résultant de la segmentation, on voit se séparer bientôt deux cellules, munies de nucléus plus gros que les autres : elles se fixent aux deux pôles de l'œuf pour ne disparaître qu'à la fin de la vie embryonnaire. M. Mecznikow a vu une disposition toute semblable dans les œufs du Tænia cucumerina.

Après la segmentation, la masse des cellules embryonnaires prend une forme arrondie, et l'embryon se divise en un noyau central et une couche périphérique formée de cellules très-évidentes. Tandis que le noyau forme la larve de cestode proprement dite, avec ses crochets, la couche de cellules périphériques se métamorphose en une mince mem-

brane, qui finit par perdre sa structure cellulaire et par prendre l'apparence d'une enveloppe cuticulaire homogène.

Bien que cette enveloppe de l'embryon ne se couvre jamais de cils vibratiles, M. Mecznikow n'hésite pas à la comparer à l'enveloppe ciliée de la larve du *Bothriocephalus latus*. Cette comparaison est intéressante. En effet le développement du *Bothriocephalus proboscideus* montre que l'enveloppe embryonnaire est l'homologue de l'amnios des embryons d'insectes et d'autres Arthropodes. Dans ce cas, l'enveloppe ciliée de la larve du *Bothriocephalus latus* serait une sorte d'amnios persistant longtemps après l'éclosion. Mais alors il faut étendre cette homologie à l'enveloppe ciliée des embryons des Monostomes et du Némertien de M. Desor. Il faut même, pour être conséquent, considérer le Pilidium comme une sorte d'enveloppe provisoire de son Némerte, comme un amnios qui a atteint un degré d'indépendance remarquable. E. C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1869.

Le 1, la bise commence à souffler avec force dans la soirée, et elle dure toute la journée du lendemain.

4, neige, hauteur 9^{mm}.

6 et le 7, brouillard tout le jour, et le 8, jusqu'à midi, commencement de la pluie.

9, brouillard depuis midi.

10, 11, 12, 13, brouillard épais tout le jour.

14, brouillard le matin ; depuis midi pluie.

15, halo solaire le matin de 9 h. à 10 $^1/_2$ h.

16, halo solaire de midi à midi et demi.

17, le matin, pluie avec fort vent de SSO ; dans la soirée couronne lunaire et beau halo lunaire.

26, neige, hauteur 4^{cm}.

28, de midi à 3 $^1/_4$ h. on voit l'arc supérieur tangent au halo ordinaire : couronne solaire dans l'après-midi.

31, faible halo solaire de 11 $^1/_2$ h. à 1 $^1/_2$ h.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm
Le 1 à 10 h. matin	722,29
6 à 10 h. matin	737,09
10 à 10 h. matin	729,40
16 à 10 h. matin	732,47
17 à 10 h. soir	730,85
24 à 10 h. matin	718,30
30 à 8 h. matin	737,98

MINIMUM.	mm
Le 2 à 4 h. après-midi	716,88
9 à 6 h. matin	726,98
12 à 6 h. matin	721,68
17 à 6 h. matin	721,46
22 à midi	710,28
26 à 6 h. soir	712,01

GENEVE. — DÉCEMBRE 1869.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Min	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Luminosité à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm.
1	721,26	— 5,85	+ 1,26	—1,06	+ 0,2	+ 6,4	3.75	—0,83	765	— 89	650	890	0,3	1	NNE. 2	0,88	7,7	— 0,5	93
2	717,32	— 9,83	+ 0,40	—1,79	— 0,4	+ 2,0	3.63	—0,92	780	— 74	670	840	...	...	NNE. 3	0,83	6,0	— 2,1	97
3	719,39	— 7,79	— 2,26	—4,32	— 3,3	0,0	3.26	—1,26	856	+ 1	690	930	0,3	1	variable	0,90	5,8	— 2,2	100
4	724,91	— 2,31	— 2,10	—4,04	— 4,5	— 1,0	3.32	—1,17	844	— 11	730	950	0,4	2	NE. 1	1,00	6,7	— 1,2	103
5	733,03	+ 5,78	— 1,50	— 3,32	— 3,5	+ 0,7	3.59	—0,87	879	+ 24	770	940	..	..	variable	0,91	—	—	103
6	736,29	+ 9.00	— 1,77	—3,47	— 5,5	+ 1,4	3.87	—0,56	941	+ 85	840	990	...	...	S. 1	0,97	6,6	— 1,0	103
7	732,89	+ 5,56	— 0,61	—2,19	— 2,4	+ 0,4	4,31	—0,09	976	+120	940	1000	..	..	variable	1,00	6 8	— 0,7	103
8	728,29	+ 0,93	+ 0,57	—0,89	— 0,8	+ 1,3	4.59	+0,22	963	+106	880	1000	17,6	9	SSO. 1	1,00	6,7	— 0,7	104
9	727,41	+ 0,01	+ 2,78	+1,43	+ 0,4	+ 4,9	5.62	+1,28	995	+138	970	1000	7,8	6	variable	0,90	6,8	— 0,5	105
10	728,37	+ 0,94	+ 1,21	—0,02	+ 0,4	+ 2,6	5.00	+0,69	999	+141	980	1000	..	..	variable	1,00	6,8	— 0,4	106
11	724,07	— 3,40	— 0,17	—1,30	— 1,0	+ 0,6	4.49	+0,21	994	+136	930	1000	...	...	variable	1,00	6.8	— 0,3	107
12	722,38	— 5,13	+ 0,09	—0,93	— 1,2	+ 1,2	4,59	+0,35	995	+136	930	1000	0,5	...	variable	1,00	—	—	107
13	724,86	— 2,68	+ 2,98	+2,06	+ 0,7	+ 5,1	5.34	+1,13	942	+ 82	870	1000	...	...	SO. 1	1 00	6,9	0,0	107
14	725,32	— 2,26	+ 4,36	+3,53	+ 0,4	+ 8,2	5,27	+1,09	838	— 23	650	990	2,0	3	SO. 1	0,92	6,9	0,0	107
15	729,63	+ 2,01	+ 6,91	+6,17	+ 3,4	+ 9,5	4,89	+0,74	660	—202	470	870	3,9	4	SSO. 2	0,74	6,9	+ 0,1	107
16	731,20	+ 3,56	+ 7,07	+6,42	+ 4,4	+10,6	4.59	+0,46	616	—246	440	840	..	..	SSO. 1	0,53	6 8	+ 0,1	107
17	725.39	— 2,27	+ 8,60	+8,04	+ 6,4	+12,2	5.61	+1,50	672	—191	500	880	6,8	8	SSO. 2	0,76	6,8	+ 0,2	106
18	729,39	+ 1,71	+ 4,42	+3,95	+ 1,8	+ 7,0	5.34	+1,25	850	— 14	780	890	2,1	4	variable	0,86	6,8	+ 0,3	107
19	724,85	— 2,85	+ 9,12	+8,73	+ 5,4	+13,0	6.93	+2,85	795	— 69	560	890	4,6	7	variable	0,89	--	—	107
20	724,43	— 3,28	+ 7,28	+6,97	+ 4,6	+11,2	5,02	+0,95	673	—192	550	850	...	...	S. 2	0,62	6 9	+ 0,6	108
21	717,67	—10,05	+ 2,22	+1,98	— 0,5	+ 5,1	5.01	+0,95	924	+ 59	850	970	3.3	5	variable	0,97	6,8	+ 0,5	108
22	710,99	—16,74	+ 3,19	+3,03	+ 1,2	+ 6,5	5.09	+1,03	883	+ 17	750	960	0,3	1	SSO. 1	0,93	6,8	+ 0,6	109
23	716,74	—11,00	+ 2,20	+2,11	+ 0,7	+ 4,1	4,40	+0,35	820	— 46	680	940	2,2	6	S. 1	1,00	6,8	+ 0,7	108
24	717,98	— 9,78	+ 1,89	+1,86	+ 0,7	+ 3,9	4.26	+0,21	817	— 50	710	870	...	...	SO. 1	0,86	6,7	+ 0,6	107
25	714,82	—12,95	+ 0,81	+0,83	— 0,4	+ 4,5	3,95	—0,10	813	— 54	580	920	...	..	SSO. 1	0,86	—	—	107
26	712,18	—15,61	— 4,80	—4,72	— 7,3	— 0,4	2.84	—1,20	906	+ 38	820	960	2,3	4	SSO. 1	0,77	6,1	+ 0,2	106
27	713,97	—13,83	— 7,92	—7,79	—12,8	1,9	2,21	—1,83	880	+ 12	720	980	...	...	S. 1	0,21	6,0	+ 0,2	104
28	721,34	— 6,48	— 6,71	—6,52	—13,0	— 1,9	2,52	—1,52	899	+ 30	800	970	...	..	SSE. 1	0,98	4,9	— 0,9	103
29	733,59	+ 5,76	— 6,56	—6,32	— 10,0	+ 0,3	2,50	—1,54	900	+ 30	730	1000	...	...	S. 1	0,28	5 6	— 0,1	102
30	736,57	+ 8,72	— 9,01	—8,73	— 13,8	— 0,8	2,12	—1,91	912	+ 42	710	1000	...	...	S. 1	0,50	5,4	— 0,2	101
31	727,07	— 0,80	— 7,52	— 7,20	—11,2	— 2,9	2.45	—1,58	935	+ 65	850	1000	...	...	S. 1	0.89	5,3	0,3	100

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,48	726,90	727,44	726,98	726,72	726 76	726 94	727,17	727,26
2e «	725,97	726,24	726,66	726,13	725,82	726,00	726.04	726,18	726,21
3e «	720,01	720,35	720,67	720,22	720,00	720,07	720,35	720,60	720.75
Mois	724,02	724,36	724,80	724,31	724,04	724,14	724,31	724,52	724,62
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 0,92	— 0,75	+ 0,24	+ 0,62	+ 0,73	+ 0,43	— 0,10	— 0,20	— 0,25
2e «	+ 3,77	+ 3.51	+ 5,03	+ 6,32	+ 6,67	+ 5,85	+ 5,90	+ 5,57	+ 5,39
3e «	— 4,35	— 4,16	— 2,92	— 0,68	0,00	— 1,53	— 2,88	— 3,63	— 3,70
Mois	— 0,63	— 0,58	+ 0,66	+ 2,00	+ 2,39	+ 1,18	+ 0,85	+ 0,44	+ 0,34
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1er décade	3,77	3,86	4,17	4,09	4,25	4,30	4,35	4,22	4,16
2e «	5,20	5,23	5,34	5,17	5,15	5,21	5,11	5,29	5,42
3e «	3,14	3,35	3,54	3,72	3,65	3,48	3,28	3,18	3,29
Mois	4,07	4,12	4,31	4,31	4,33	4,30	4,22	4,20	4,26
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	872	882	875	840	869	895	947	926	915
2e «	872	885	821	738	722	759	752	789	816
3e «	946	944	916	828	784	816	854	858	904
Mois	898	905	872	803	791	823	851	858	879

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 1,94	+ 1,87	0,94	6,68	26,4	101,7
2e «	+ 2,49	+ 6,86	0,83	6,85	19,9	107,0
3e «	— 6,04	+ 1,50	0,75	6,04	8,1	105,0
Mois	— 1,96	+ 3,35	0,84	6,49	54,4	104,6

Dans ce mois, l'air a été calme 0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,47 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 1°,9 O., et son intensité est égale à 39,9 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1869.

Le 1, brouillard la plus grande partie de la journée.
2,3,4,5, id. tout le jour. Une partie de la neige tombée dans la nuit du 2 au 3 et du 3 au 4, ainsi que toute la neige tombée dans la journée du 4 a été emportée par le vent.
6, id. jusqu'à 6 h. du soir.
8, id. toute la journée.
9,10, id. presque tout le jour.
11,12, id. tout le jour.
14, id. depuis 2 h. de l'après-midi.
16, id. jusqu'à 8 h. du matin.
17, id. toute la journée.
18, id. la plus grande partie de la journée.
19, id. le matin et le soir.
20, id. à 6 h. du matin.
21, Une partie de la neige tombée a été emportée par le vent.
22,23,24, id. tout le jour.
25, id. depuis midi.
26, id. toute la journée.
27, id. à 6 h. du matin.
28, id. tout le jour.
29, id. à 6 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 1 à 10 h. matin	552.75	Le 3 à 6 h. matin	547,92
6 à 10 h. matin	572,41	12 à 6 h. matin	558.37
15 à midi	565,53	17 à 2 h. après-midi	559,14
18 à 10 h. matin	565.11	22 à 2 h. après-midi	548,51
24 à 10 h. matin	552.62	26 à 10 h. soir	543.55
30 à 10 h. matin	564.65		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	551,94	—10,01	551,28	552,75	—15,04	— 8,32	—16,9	—12,8	....	....	..	NE. 2	0,88
2	548,54	—13,39	548,07	549,04	—16,19	— 9,39	—16,7	—15,3	....	....	....	NE. 3	0,97
3	550,23	—11,68	547,92	552,32	—15,00	— 8,12	—17,8	—12,0	30	6,2	6	NE. 1	0,93
4	557,22	— 4,67	554,11	560,18	—10,91	— 3,95	—11,8	—10,1	6	1,3	7	NE. 2	1,00
5	567,30	+ 5,43	563,66	570,12	— 6,44	+ 0,60	— 9,0	— 4,2	....	....	....	NE. 2	1,00
6	571,89	+10,04	571,03	572,41	— 3,06	+ 2,06	— 6,0	— 3,9	....	....	....	SO. 1	0,78
7	569,19	+ 7,37	567,75	570,65	— 3,72	+ 3,49	— 5,2	— 1,4	....	....	....	SO. 1	0,30
8	565,12	+ 3,32	564,32	565,97	— 6,54	+ 0,75	— 8,0	— 4,2	....	....	....	SO. 1	1,00
9	564,42	+ 2,64	564,13	564,93	— 6,81	+ 0,56	— 8,0	— 6,0	70	14,9	6	SO. 1	0,86
10	563,96	+ 2,20	563,50	564,73	— 5,23	+ 2,21	— 5,8	— 4,8	....	....	....	SO. 1	0,79
11	560,46	— 1,28	559,36	561,75	— 6,55	+ 0,96	— 7,8	— 5,7	....	....	....	SO. 2	1,00
12	558,96	— 2,76	558,37	559,57	— 7,25	+ 0,33	— 7,8	— 6,5	....	....	....	SO. 1	1,00
13	559,56	— 2,14	559,31	560,24	— 7,09	+ 0,56	— 8,6	— 5,6	....	....	...	variable	0,13
14	561,03	— 0,65	559,47	562,96	— 6,14	+ 1,58	—10,2	— 3,5	....	....	....	NE. 1	0,69
15	564,61	+ 2,95	564,15	565,53	— 7,96	— 0,18	—10,8	— 4,4	100	10,0	6	SO. 1	0,43
16	564,65	+ 3,01	564,16	565,14	— 5,81	+ 2,03	— 8,9	— 3,4	50	3,5	3	NE. 1	0,88
17	560,06	— 1,57	559,14	561,42	— 6,95	+ 0,95	—10,4	— 3,4	85	7,8	8	NE. 3	1,00
18	564,48	+ 2,87	564,11	565,11	— 2,44	+ 5,52	— 8,4	— 0,5	....	....	....	NE. 1	0,94
19	563,15	+ 1,56	562,20	564,12	+ 1,05	+ 9,07	— 1,9	+ 4,5	35	3,8	4	NE. 1	0,84
20	559,52	— 2,05	558,22	560,99	— 5,91	+ 2,17	—10,3	— 2,5	....	....	....	variable	0,39
21	554,53	— 7,03	552,26	556,43	— 8,97	— 0,84	—10,1	— 8,5	7	1,7	5	SO. 1	0,65
22	548,95	—12,60	548,51	549,76	— 7,53	+ 0,85	— 8,0	— 6,0	59	6,1	8	SO. 1	0,98
23	551,25	—10,28	550,16	551,66	— 9,51	— 1,28	—10,0	— 8,2	3	1,1	3	SO. 1	1,00
24	552,10	— 9,41	551,64	552,62	—10,25	— 1,97	—12,8	— 8,9	....	....	....	SO. 1	0,98
25	548,10	—13,39	546,57	549,91	—14,64	— 6,31	—16,4	—12,8	....	....	....	SO. 1	0,63
26	543,84	—17,63	543,55	544,27	—17,11	— 8,74	—19,4	—13,7	....	....	....	NE. 1	0,98
27	545,63	—15,83	543,85	546,42	—18,71	—10,30	—19,5	—17,1	100	10,0	10	variable	0,56
28	550,18	—11,26	546,33	555,42	—20,90	—12,45	—21,7	—20,2	....	....	....	NE. 2	0,96
29	560,79	— 0,63	557,72	564,03	—20,43	—11,94	—21,8	—18,2	....	....	....	NE. 1	0,12
30	565,40	+ 4,00	564,65	566,45	—12,80	— 4,27	—16,3	— 7,5	....	....	....	SO. 1	0,00
31	560,25	— 1,13	559,26	561,54	—11,88	— 3,31	—15,2	— 5,4	....	....	....	SO. 1	0,12

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	560,21	560,68	561 24	561,28	561,08	561,17	561,08	561,33	561,44
2e »	561,76	561,97	562,29	561,96	561,53	561,46	561,44	561,51	561,39
3e »	552,35	552,77	553,04	552,96	552,84	552,84	552,94	553,08	553,25
Mois	557,92	558,29	558,67	558,55	558,30	558,31	558,31	558.46	558 59
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 9,36	— 9,39	— 8,61	— 8,55	— 8,54	— 8,92	— 9,18	— 9,18	— 9,14
2e »	— 6,95	— 6,12	— 4,83	— 4,10	— 3,69	— 4,73	— 5,67	— 6,28	— 6,20
3e »	—14,44	—14,69	—14,22	—13,13	—13,24	—13,67	—14,01	—13,19	—13,23
Mois	—10,38	—10,22	— 9,38	— 8,74	— 8,64	— 9,26	— 9,76	— 9,67	— 9,64

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	—10,52	— 7,47	0,85	22,4	106
2e »	— 8,51	— 3,10	0,73	25,1	270
3e »	—15,56	—11,50	0,63	18,9	169
Mois	—11,66	— 7,49	0,74	66,4	545

Dans ce mois, l'air a été calme 14 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,27 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 13,3 sur 100.

* Voir la note du tableau

DE

L'EXISTENCE DE L'HOMME

A L'ÉPOQUE TERTIAIRE

Depuis quelques années les découvertes des traces laissées par l'homme sur la terre à l'âge préhistorique se multiplient avec une rapidité qui ne peut s'expliquer que par l'abondance de la population habitant certaine région du globe à cette époque et par l'activité qu'un grand nombre d'observateurs met à ce genre de recherches. Les preuves les plus anciennes de l'existence de l'homme sont des pierres taillées et non polies (en général des silex), et l'on a désigné l'époque où ces instruments étaient employés sous le nom d'âge de la pierre taillée. Mais, se demande-t-on, quelle est la liaison de cet âge avec la chronologie géologique ? On n'est pas d'accord sur la réponse à faire à cette question, et si personne ne conteste la contemporanéité d'une partie de l'âge de la pierre taillée et d'une partie de l'époque quaternaire, on discute pour savoir si cet âge de pierre ne remonte pas jusqu'à la période tertiaire.

C'est de ce dernier point dont nous allons nous occuper. Il nous a paru qu'il pourrait y avoir de l'intérêt à résumer les diverses observations qui servent de base à l'idée que l'homme habitait la terre à une époque antérieure à la grande extension des glaciers[1] et pendant

[1] M. E. Collomb a déjà traité ce sujet. (*Archives*, 1860, tome VIII, p. 200.)

l'époque tertiaire. Nous ne rappellerons aucun des faits, si nombreux, au moyen desquels on a reconnu la présence de l'homme sur la terre pendant la partie de la période quaternaire qui a suivi l'envahissement des régions montagneuses du globe et d'une partie des plaines par les glaciers.

« En reportant son apparition sur la terre, dit M. d'Archiac en parlant de l'homme, à une époque beaucoup « plus ancienne qu'on ne le pensait, on la fait rentrer « dans la loi générale de la succession des êtres dans le « temps, puisqu'elle n'est plus isolée, et devient contem- « poraine de l'apparition de nombreuses générations, « dont les descendants vivent encore sous nos yeux [1]. »

Jusqu'à présent les observations faites dans les localités où des instruments taillés de mains d'hommes ont été trouvés en relation immédiate avec de vrais terrains glaciaires (Hoxne en Angleterre, Schussenried en Wurtemberg et Veirier près de Genève), ont montré que ces instruments avaient été utilisés après la retraite des glaciers. Peut-être ces derniers étaient-ils encore fort grands à l'époque où ces espèces d'outils étaient en usage : mais le fait est que les glaciers étaient retirés des localités que nous venons de citer lorsqu'elles ont été habitées et que depuis lors ils n'y sont point revenus.

En raisonnant *à priori* on ne saurait voir aucune difficulté, aucune objection positive à l'idée de l'existence de l'homme à l'époque tertiaire. La zone tempérée du globe avait alors une température un peu plus élevée que maintenant : le climat devait y être sain et très-favorable au développement des mammifères terrestres ; la température moyenne du Groënland et du Spitzberg était

[1] *Paléontologie de la France*, 1868, p. 462.

telle que ces contrées pouvaient être agréables à habiter. Par conséquent aucune des conditions climatologiques ou terrestres, à nous connues, de l'époque tertiaire ne nous fait croire à l'impossibilité de l'existence de l'homme durant ce temps. Mais il est difficile de se représenter la longueur de la période qui s'est écoulée entre la fin des dépôts tertiaires et celle de l'époque glaciaire : elle a dû être très-considérable et le monde d'alors différait sous plus d'un rapport du monde actuel, comme nous allons le dire.

La partie de la période quaternaire caractérisée par l'énorme extension des glaciers a été fort longue. Les études sur ce sujet qui se font maintenant, particulièrement en Suisse, indiquent tous les jours mieux qu'il s'est écoulé bien des siècles avant que les glaciers des Alpes aient été assez grands pour porter des blocs erratiques jusqu'à 1352 mètres d'élévation sur le Jura, aux environs de Soleure [1], d'après M. Lang, et que le glacier du Rhône ait atteint le voisinage du Rhin, ou peut-être le Rhin lui-même en passant au travers des cantons du Valais, de Vaud, de Fribourg, de Berne, de Soleure et d'Argovie. La longueur de cette période est bien plus grande encore aux yeux des naturalistes qui admettent deux époques glaciaires au lieu d'une. Si l'homme a déjà vécu au temps des dépôts du terrain tertiaire supérieur, il aura vu une autre distribution des terres et des mers que celle que nous connaissons ; cette distribution différait plus encore à l'époque de la formation du terrain tertiaire moyen, et si l'homme était sur la terre à ce mo-

[1] La ville de Soleure, située à la base du Jura, est à 430 mètres au-dessus du niveau de la mer ; le glacier avait là plus de 900 mètres d'épaisseur.

ment, il aura assisté au soulèvement des Alpes ! A l'époque quaternaire il a coexisté avec les animaux et les plantes qui vivent encore et avec quelques espèces éteintes dont il a été probablement le destructeur : mais s'il a vécu à l'époque tertiaire, il aura été associé à une faune et à une flore très-différentes de celles de nos jours, et il devrait alors être rangé au nombre des êtres qui ont persisté pendant deux périodes géologiques successives. Par conséquent, si l'existence de l'homme à l'époque tertiaire venait à être démontrée, ce serait un fait bien plus extraordinaire que sa présence pendant les dépôts d'alluvions dans lesquels on a retrouvé ses traces.

Il ne faut donc pas s'étonner de la prudence avec laquelle la majorité des savants examine des vues aussi nouvelles, la science leur impose ce devoir, et si les promoteurs de ces idées regrettent chez leurs collègues trop de lenteur, on peut leur faire remarquer que cette manière de procéder rend la science plus positive, et que s'ils arrivent à prouver la justesse de leurs opinions, la résistance qu'ils auront eu à vaincre tournera à leur gloire, comme on l'a vu pour M. Boucher de Perthes.

Passons maintenant aux faits. En 1863, M. Desnoyers, bibliothécaire au Muséum de Paris, a communiqué à l'Académie des Sciences (8 juin) des observations faites à Saint-Prest près Chartres. Il avait trouvé des ossements très-nombreux dans des sables stratifiés, d'un aspect fluviatile, diversement colorés, mêlés à des graviers de silex de la craie. Ce gisement avait déjà été signalé en 1848 par M. de Boisvillette et décrit par MM. Laugel et Lartet[1]. Les principales espèces auxquelles ces os se rapportent

[1] *Bulletin de la Société géol. de France*, 1860, XVII, p. 331 ; 1862, XIX, p. 709.

sont les suivantes d'après M. Lartet [1] : *Elephas meridionalis, Rhinoceros etruscus* (d'après Falconer), *Hippopotamus major? Equus Arnensis* (le même que dans le val d'Arno), *Cervus Carnutorum*, Laugel (élan d'espèce peu différente de l'élan actuel), deux autres espèces de *Cervus*, *Bos*, espèce à formes élancées, *Trogontherium Cuvieri* (espèce de grand castor) ou *Conodontes* de Laugel. Ces fossiles et les sables qui les renferment ont été classés dans le terrain tertiaire supérieur ou terrain pliocène. M. Desnoyers observa à la surface de ces ossements, sur place et dans divers musées, des stries variant de forme, de profondeur et de longueur, qui, selon lui, ne peuvent être le résultat de cassures ou de frottements accidentels : elles coupent l'os dans sa largeur et passent même par-dessus ses arêtes, quelques-unes sont très-fines, d'autres très-obtuses, comme si elles avaient été produites par des lames tranchantes ou dentelées de silex [2] : en un mot ces stries sont d'une nature telle que M. Desnoyers n'a pas hésité, après un minutieux examen, à admettre qu'elles avaient été faites par la main de l'homme.

« De ces faits, dit M. Desnoyers, il me semble possible « de conclure, avec une très-grande apparence de proba- « bilité, que l'homme a vécu sur le sol de la France avant « la grande et première période glaciaire en même temps « que l'*Elephas meridionalis* et les autres espèces *plio-* « *cènes.* »

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1867, tome LXIV, p. 48.

[2] Quelques-unes de ces stries sont analogues, d'après M. Desnoyers, à celles que les anciens glaciers ont laissées sur les roches et sur les cailloux ; mais nous écartons complétement ce rapprochement, parce qu'il est plus que probable que ces ossements n'ont jamais été en relation avec aucun glacier.

L'âge des sables de Saint-Prest ne peut guère être contesté, parce que l'*Elephas meridionalis*, le *Rhinoceros etruscus* et l'*Hippopotamus major* se trouvent dans le terrain pliocène du Val d'Arno, et parce que l'on connaît ces mêmes espèces, ainsi que le *Trogontherium Cuvieri* dans le *Forest bed* de la côte de Norfolk qui passe pour pliocène et qui est situé au-dessous du terrain glaciaire avec blocs erratiques. Mais on peut contester l'origine des entailles et des stries qui se voient sur les ossements : c'est ce qu'a fait sir Charles Lyell après avoir donné des os à ronger à des porcs-épics ; les entailles produites par les dents de ces animaux étaient semblables à celles des os du dépôt pliocène, et le savant anglais en a conclu que ces dernières pourraient bien avoir été faites par le *Trogontherium* ou par quelque autre animal [1].

Sir Charles Lyell pensa avec raison qu'il fallait, pour établir le grand fait de la coexistence de l'homme et de l'*Elephas meridionalis*, des preuves d'un ordre plus élevé : il aurait voulu qu'on eût trouvé des instruments de pierre dans les dépôts pliocènes.

Cette découverte ne se fit pas attendre longtemps ; en effet, en 1867, M. l'abbé Bourgeois annonça à l'Académie [2] qu'il avait trouvé, dans les sablières de Saint-Prest, des silex taillés, tels que têtes de lance ou de flèche, poinçons, grattoirs, etc. Ces silex, d'après lui, sont très-grossièrement taillés et différents de ceux d'Amiens et d'Abbeville : l'un d'entre eux paraît avoir subi l'action du feu. Ces faits singuliers excitèrent vivement l'attention des savants. Le silex qui paraît avoir été chauffé, ainsi

[1] Antiquité de l'homme ; Appendice, pages 1 à 13 ; *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, septembre 1865, p. 13.

[2] *Comptes rendus*, tome LXIV, p. 47.

que ceux qui semblent avoir supporté cette même action, et qui ont été trouvés plus tard à Thenay, ne fournissent en réalité aucune preuve en faveur de la présence de l'homme, parce que de tout temps il y a pu y avoir des prairies ou des bois brûlés par suite de l'action de la foudre. Reste les silex taillés, qui sont les pièces importantes de la discussion. M. d'Archiac, en essayant de rajeunir les sables de Saint-Prest, les rangeait dans le terrain quaternaire ancien, surtout parce qu'on y avait découvert de ces produits de l'industrie humaine ; mais cette manière de raisonner n'a de valeur ni pour les naturalistes qui cherchent à démontrer que les silex taillés sont tertiaires, ni pour ceux qui doutent encore que ces silex aient été travaillés par l'homme. Nous allons voir que M. Bourgeois pense avoir trouvé des silex, également taillés, plus anciens encore que ceux de Saint-Prest.

Peu après les observations de M. l'abbé Bourgeois, M. l'abbé Delaunay découvrit sur un os d'*Halitherium*, des faluns (sables coquilliers) de Pouancé (Maine-et-Loire), des entailles que M. Bourgeois et lui attribuent à une action intentionnelle, et qui semblent donner une nouvelle importance à ce singulier signe de la présence de l'homme [1]. Or ces faluns sont plus anciens que les sables de Saint-Prest : ils appartiennent au terrain miocène et renferment des ossements de *Dinotherium*.

A la même époque, M. Bourgeois annonça la présence de silex taillés, selon lui, non-seulement dans les faluns miocènes, mais encore au-dessous du calcaire de Beauce qui lui-même est plus ancien que les faluns. Il a trouvé

[1] Cet os est figuré dans le *Congrès international d'anthropologie et d'archéologie*, tenu à Paris en 1867, p. 74, et dans les *Matériaux*, etc., 1848, p. 256.

ces silex dans presque toutes les couches qui séparent de l'alluvion cette ancienne assise, comme on peut le voir d'après la coupe suivante prise à Thenay, près Pont-Levoy, département de Loir-et-Cher [1].

1° Alluvion quaternaire avec silex polis et silex taillés du type de Saint-Acheul.

2° Faluns miocènes de la Touraine avec coquilles marines (1^m d'épaisseur) et silex taillés.

3° Sables fluviatiles de l'Orléanais avec ossements de *Dinotherium Cuvieri*, *Mastodon angustidens*, *M. Tapiroïdes*, etc. (3^m). Silex taillés.

4° Calcaire de Beauce, compacte à la partie supérieure, marneux à la partie inférieure, avec ossements d'*Acerotherium* ($1^m,75$), sans silex taillés dans la partie supérieure et silex taillés très-rares plus bas.

5° Marne avec nodules de calcaire ($0^m,80$), avec silex taillés.

6° Argile jaune ou verdâtre ($0^m,35$). C'est le gisement principal des silex taillés.

7° Mélange de marne lacustre et d'argile ($3^m,00$). Quelques silex taillés.

8° Argile à silex. Sans silex taillés.

M. Bourgeois reconnaît la trace de la main de l'homme dans tous ces silex : il y voit des retouches, des entailles symétriques, des traces d'usure et la reproduction multipliée de certaines formes. Il a aussi trouvé à Thenay, à peu de profondeur au-dessous de la surface du sol, mais cependant associé à des ossements de dinothérium, « un galet composé, dit-il, d'une pâte artificielle mélangée de

[1] *Congrès international d'anthrop. et d'arch.*, p. 67. *Matériaux*, etc., 1868, p. 179. 248.

charbon.» Ce savant croit avoir découvert un second gisement du même genre à Billy, près de Selles-sur-Cher (Loir-et-Cher), où l'on exploite à la base du calcaire de Beauce une couche ossifère contenant des restes de tapirs, d'amphicions, des ruminants, etc. « Or, dit-il, il « existe au milieu et au-dessous de ces ossements des « silex noirs, feuilles, craquelés, comme ceux de Thenay, « sur lesquels je crois apercevoir des traces de l'action de « l'homme. » Pour être certain que ces silex ne provenaient pas d'éboulements superficiels, M. Bourgeois a fait creuser un puits, et à 6 mètres de profondeur environ, il a atteint la couche d'argile inférieure au calcaire de Beauce dans laquelle il a trouvé des silex qu'il considère comme taillés [1].

L'âge géologique de ces silex n'est pas douteux. Mais ont-ils réellement été travaillés par l'homme ? Beaucoup de savants se refusent à le croire. Les formes de ces silex, disent-ils, sont trop peu accentuées. D'autres fort compétents, soutiennent au contraire que ces formes sont suffisamment caractérisées, et cette opinion s'est assez fortement prononcée pour que M. Hamy ait dit, en faisant un résumé du sujet qui nous occupe, et en parlant des silex de Saint-Prest [2] : « M. Bourgeois possède des « pièces de cette provenance qui sont de nature à con- « vaincre les plus incrédules. Aussi l'âge de *l'Elephas* « *meridionalis* est-il entré de plain-pied dans la science, « grâce à ce patient observateur. »

[1] *Matériaux*, etc., 1869, p. 298.

[2] *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 1868, t. V, p. 1. — M. Jourdy a également publié un résumé sur ce même sujet sous le nom de : Les Restes les plus anciens de l'homme. *Philosophie positive* d'octobre 1869 à janvier 1870.

Voici encore un témoignage qui n'est pas sans importance. « Quant aux silex recueillis jusqu'à ce jour, dit « M. Cotteau [1], ils sont taillés d'une manière très-fruste, « et plusieurs savants ne peuvent se résoudre à y voir « l'œuvre de l'homme. Cependant, M. l'abbé Bourgeois, « M. le marquis de Vibraye, M. Dupont, de Belgique, « M. de Mortillet, M. de Worsæ l'illustre directeur du Mu- « sée préhistorique de Copenhague, paraissent convain- « cus de leur authenticité [2], » et ajoute M. Cotteau, qui a examiné avec soin ces silex : « il ne m'a paru guère « possible d'attribuer à une autre cause qu'à des cas- « sures intentionnelles, la forme des petits instruments « que j'avais sous les yeux. »

Pendant que l'on discute avec attention si ces silex sont ou ne sont pas taillés, quelques ardents partisans de la théorie du transformisme, liant la taille grossière des silex avec le peu de développement intellectuel présumé de l'homme de cette époque reculée, établissent avec une singulière hardiesse l'existence d'une ancienne race d'hommes inférieure à celle que nous connaissons, se basant uniquement sur le fait que les silex sont taillés et mal taillés. C'est aller un peu vite en besogne. « La « faune miocène, disent-ils, diffère profondément de celle « de notre époque ; l'homme devait être en rapport « avec cette faune ; il a du changer avec elle, et les « partisans de l'espèce auront peut-être un jour la dou- « leur de découvrir dans ces antiques formations un « homme différent spécifiquement de nos races ac-

[1] Rapport sur les progrès de la géologie en France pendant l'année 1868.

[2] Aux noms précédents nous ajouterons celui de M. Waldemar Schmidt, *Matériaux*, etc., 1869, p. 163.

« tuelles. » M. Cotteau ajoute, avec un grand sens, « n'est-« ce pas là raisonner sur l'inconnu, ce qui est toujours « un tort en matière scientifique, alors surtout que rien « ne vient justifier une pareille hypothèse. »

Nous qui n'avons point vu les silex de Saint-Prest, ni ceux de Thenay, nous nous bornons à exposer les faits, et nous cherchons à le faire d'une manière impartiale. Nous signalerons des observations de nature à imposer une grande réserve dans les jugements portés sur ce sujet délicat ; on a constaté que des silex exposés à de certaines influences atmosphériques, éclatent en lames tranchantes, dont quelques-unes pourraient bien ressembler à ce qu'on prend pour des silex mal taillés. En effet, dans le voyage que MM. Desor et Escher de la Linth ont fait au Sahara, ils ont remarqué dans le désert de Mourad ou des Zibans, un grand nombre de silex anguleux et tranchants, et d'autres dont les fragments, à peine disjoints, étaient encore en présence les uns des autres. M. Escher a supposé que ces silex se divisaient sous l'influence du soleil, lequel produisait la cristallisation souvent répétée, des sels dont le sol est imprégné, et qui peut-être s'infiltrent dans les fissures capillaires de la pierre [2]. Ce fait important est confirmé par l'observation de M. Fraas, qui, voyageant en Égypte, a vu un matin, peu après que le soleil eut commencé à faire sentir son influence, un éclat de silex presque arrondi se détacher avec bruit d'une masse de même nature. « Déjà auparavant, « dit-il, j'ai vu cent fois à terre, dans le désert, et plus tard « au bord du Nil, des silex éclatés en formes lisses et ar-

[1] *Matériaux*, etc., tome IV, p. 184.

[2] Desor, Aus Sahara und Atlas. Wiesbaden, 1865, p. 8

« rondies, et je me suis convaincu de mes yeux et de mes « oreilles que l'action du soleil en était seule la cause [1]. » M. Fraas cite encore deux observations, l'une de Livingstone qui a entendu éclater des pierres à l'ouest du Nyassa, et l'autre du Dr Wetzstein, qui a vu et entendu, à l'est de Damas, des basaltes éclater sous l'influence de la fraîcheur du matin. Les témoignages d'hommes aussi distingués que les savants naturalistes que nous venons de nommer, donnent une grande valeur à ces observations. Il faudrait maintenant savoir jusqu'à quel point les éclats naturels de silex peuvent ressembler à des éclats regardés comme intentionnels ?

Ce n'est pas seulement sur les entailles et sur les silex de Saint-Prest et de Thenay qu'on s'est basé pour établir l'ancienne existence de l'homme tertiaire : On a découvert dans le calcaire lacustre de la Limagne, c'est-à-dire dans le terrain miocène inférieur de Billy, près de Saint-Germain-des-Fossés, département de l'Allier, deux fragments de la mâchoire d'un *Rhinoceros pleuroceros*, Duv. que M. Laussédat a présenté au nom de M. Bertrand, à l'Académie des sciences et à la Société géologique de France [2]. Ces os portent des entailles profondes. Or, « dit M. Laussédat, comme la minéralisation est la même « à la surface des entailles, et à la surface de l'os, la « première idée qui se présente à l'esprit, c'est qu'elles « ont été faites par un instrument tranchant sur l'os à « l'état frais, ce qui reculerait l'apparition de l'homme

[1] Geologisches aus dem Orient. *Würtemb. Naturw Jahreshefte*, 1867, p 182.

[2] *Comptes rendus de l'Acad des Sc.*, 13 avril 1868. — *Bulletin de la Soc géolog. de France*, 1868, t. XXV, 614. — *Matériaux*, etc., 1868, p. 141

« encore plus loin qu'on n'a tenté de le faire jusqu'à pré-
« sent. » On a beaucoup discuté cette curieuse observation sur laquelle il restera probablement toujours du doute, parce que ces os ont été trouvés par un ouvrier seul, et n'ont été remis à des naturalistes que longtemps après. Il est possible qu'au moment de leur découverte, ou plus tard, on ait essayé leur dureté en y faisant des entailles, et qu'ensuite on ait voulu réparer la détérioration qu'ils avaient subie.

Il nous vient aussi des documents de Californie au sujet de l'homme tertiaire. « Nous avons, écrit M. Whitney,
« directeur du *geological Survey* de Californie à M. De-
« sor, des preuves non équivoques de l'existence de
« l'homme sur la côte du Pacifique, antérieurement à
« l'époque glacière et à la période du mastodonte et de
« l'éléphant, dans des temps où la vie animale et végé-
« tale était entièrement différente de ce qu'elle est présen-
« tement, et à une époque depuis laquelle il s'est produit
« une érosion verticale d'environ deux ou trois mille
« pieds des roches dures et cristalisées [1]. » Nous devons, il nous semble, attendre l'exposé de ces preuves. Cette communication a une grande analogie avec celle que M. W. P. Blake a faite en 1867, au congrès de Paris: il a signalé, en Californie, des instruments de pierre sous des alluvions quaternaires, recouvertes d'une grande couche de lave, dans une région où les rivières actuelles ont profondément creusé leurs lits dans ces terrains.

La dernière observation que nous signalerons, est celle qui a été communiquée au congrès international d'An-

[1] *Matériaux*, etc., 1869, p. 109.

thropologie de Paris, en 1867, par M. Issel [1], et qui fait le sujet de la note ci-jointe de M. Hamy [2]. Il existe une petite colline nommée *Colle del Vento*, dans l'intérieur de la ville de Savone (Piémont). Le terrain qui la forme est une argile fine, tendre, de couleur grise ou jaunâtre, quelquefois associée à du sable : il renferme quelques os de rhinocéros, des hélices, des fruits et surtout des coquilles marines, dont un peu plus de la moitié se rapportent à des espèces éteintes, en sorte que M. Issel croit qu'il appartient au terrain pliocène inférieur. A 3 mètres de profondeur, dans ce terrain, on a trouvé, vers 1856, un crâne et d'autres ossements humains : plusieurs personnes étaient présentes au moment de la fouille, mais aucune d'elles n'a fait un examen minutieux du sol, dans le but de savoir s'il n'avait pas été remanié, en sorte que quelques-uns des savants du congrès de Paris ont fait des réserves au sujet de la date de l'enfouissement de ce corps dans le terrain pliocène. Il est probable qu'il en sera du squelette de Savone, ce qu'il en a été de celui de Lamassas (Lot-et-Garonne). M. Garrigou a démontré, en effet, que ce dernier avait été enterré bien postérieurement au dépôt du terrain tertiaire, dans lequel il a été trouvé [3].

Que conclure de ce singulier débat ? Nous reconnaissons volontiers la perspicacité et la finesse avec lesquelles les savants qui croient à l'existence de l'homme tertiaire,

[1] *Congrès international d'anthropologie et d'archéologie*, tenu à Paris en 1867, p. 157.

[2] M. Hamy s'en est occupé : *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 1868, tome V, p. 1.

[3] *Matériaux*, etc., 1868, p. 182.

ont fait leurs observations, et le haut intérêt qui est attaché à ce que cette question soit élucidée : ils ont agi avec prudence pour écarter, autant que possible, les chances d'erreur sur ce sujet difficile à scruter : mais nous comprenons, qu'ils nous permettent de le dire, comment on peut encore avoir des doutes sur l'existence de l'homme à l'époque antérieure à celle de l'ancienne extension des glaciers.

Alph. Favre.

NOTE

SUR

LES OSSEMENTS HUMAINS

TROUVÉS DANS LE PLIOCÈNE INFÉRIEUR DE SAVONE

PAR

M. LE Dr E.-T. HAMY

Secrétaire de la Société d'Anthropologie et Lauréat de la Société Anatomique de Paris.

L'existence de l'homme pendant les temps tertiaires n'est plus aujourd'hui à l'état de simple hypothèse. Les silex taillés, recueillis par M. Bourgeois à Thenay (Loir-et-Cher[1]), ont reculé la date de l'avénement du groupe humain jusqu'au moment où se formaient les calcaires de Beauce. Les sables de l'Orléanais, les faluns de Touraine, interrogés par le même géologue, ont fourni et fournissent encore tous les jours des arguments à la thèse qu'il soutient.

Dans presque toutes les couches déposées depuis lors, on a trouvé de nouvelles preuves de l'ancienneté de l'homme; mais les débris de ce curieux prototype de notre genre ont jusqu'à présent échappé aux recherches les plus attentives. Silex taillés de forme spéciale, ossements nettement incisés, tout cela démontre bien à l'observateur impartial la présence d'un être humain au mi-

[1] Bourgeois, Étude sur des silex travaillés trouvés dans les dépôts tertiaires de Thenay (Loir-et-Cher). *Congrès international d'anthrop. et d'archéol. préhist.*, 2me session. Paris, 1867, p. 67.

lieu des acerothères, des mastodontes et des halithères fossiles; mais cet *homme miocène* nous est lui-même absolument inconnu [1].

En est-il de même pour la période suivante? Et les ossements humains du pliocène inférieur de Savone ont-ils jeté quelque lumière sur ces difficiles problèmes de la paléontologie humaine? C'est ce que nous nous proposons d'examiner dans cette note.

Nous nous efforcerons de démontrer que les preuves de l'ancienneté de l'homme, tirées de la présence dans un gisement ossifère des restes d'un membre quelconque de la famille humaine, n'ont pas été faites d'une manière plus nette pour les temps pliocènes que pour ceux qui les avaient précédés, et que, par conséquent, les conclusions de divers ordres qu'avaient tirées quelques anthropologistes de l'examen des pièces, dont il sera question plus loin, sont tout au moins aventurées.

Les seuls débris humains, que l'on ait donnés comme antérieurs à l'époque quaternaire, sont ceux que M. Issel a présentés au Congrès de Paris. Dans un mémoire très-intéressant sur l'*ancienneté de l'homme en Ligurie* [2], ce naturaliste rapporte que, dans une tranchée ouverte, il y a treize ans environ, sur le faîte d'une petite colline, nommée *Colle del Vento*, à Savone, les ouvriers ont mis à découvert, à trois mètres environ de profondeur, d'abord un crâne, puis les autres parties d'un squelette, qui étaient à peu près situées dans leurs connexions naturelles. L'ar-

[1] Les seuls ossements humains trouvés dans le miocène sont ceux de Lamassas, qui ont certainement une date relativement récente. (Cf. Garrigou, *Bulletin de la Société Anthrop. de Paris*, 2me session, 1867, tome II, p. 593.)

[2] *Congrès international d'anthrop. et d'archéol.*, 1867, p. 75.

chitecte de Savone, un sculpteur et plusieurs ouvriers ont été témoins de cette trouvaille : mais aucun naturaliste n'avait pu constater, d'une manière rigoureuse, l'intégrité du dépôt dans lequel ces os étaient enfouis.

Le terrain était d'ailleurs certainement pliocène, formé d'une argile fine, tendre, de couleur grise ou jaunâtre, et caractérisée par un grand nombre de coquilles marines, bien conservées, dont un peu plus de la moitié se rapportaient à des espèces éteintes, ce qui a permis de le considérer comme *pliocène inférieur*. Mais le squelette, presque intact, qui gisait au fond de la tranchée de *Colle del Vento*, était-il contemporain de l'argile qui l'enchâssait ? C'est ce qui ne ressort pas d'une manière indiscutable du mémoire que nous analysons. On rencontre bien, en effet, dans le pliocène ligurien des fossiles terrestres, tels que des os de rhinocéros, des *helix*, des fruits et des tiges de conifères demi-carbonisées : mais, entre ces débris isolés, fortement altérés, et les ossements humains en connexion, et bien conservés d'ailleurs, que MM. Perrando et Sghina de Carcare, ont communiqués à M. Issel, il y a, ce nous semble, assez de différence pour qu'il soit permis de supposer, tout d'abord, que l'homme de Savone, comme celui du miocène de Lamassas, a été enseveli à une date bien postérieure à celle du dépôt qui le contient.

L'état physique des os de Savone, leurs caractères anatomiques ont été invoqués en faveur de leur antiquité. Nous n'avons rien trouvé dans les descriptions de MM. Issel, Prüner-Bey et Broca qui fût spécial à ces débris, ou qui attestât leur enfouissement à l'époque lointaine à laquelle on les a fait remonter.

Sans doute, ces ossements « sont fragiles, légers, luisants sur leurs surfaces naturelles : » sans doute, « ils

happent à la langue, » et présentent la même couleur que le terrain où on les a trouvés.

Mais ces particularités ont été maintes fois observées dans certaines conditions sur les ossements récents: quant aux caractères anatomiques, la seule conséquence qu'on puisse tirer de leur étude, c'est que cet individu était de petite taille, et un peu prognathe. Le morceau de pariétal droit, le seul fragment crânien qui ait été conservé, est d'épaisseur moyenne, et ses sutures ne diffèrent pas de celles qu'on rencontre habituellement [1]. Le maxillaire supérieur, dont il existe les deux tiers internes environ, est de dimensions exiguës. Son arcade alvéolaire est étroite, les alvéoles eux-mêmes sont petits et dirigés d'arrière en avant. La première prémolaire, encore en place, est fortement usée: mais cette usure peut aussi bien avoir été produite par l'âge que par la race, et rien ne prouve que nous devions voir là un caractère *paléontologique*.

Cette usure, signalée en Europe dans les temps préhistoriques, se rencontre, en effet, chez vingt peuples divers, anciens ou modernes, n'ayant rien de commun qu'une alimentation grossière. Plusieurs sous-races de France la présentent encore aujourd'hui, et elle n'est pas rare en Italie, où les Ligures actuels en fournissent de nombreux exemples.

Nous n'avons rien trouvé jusqu'à présent qui diffé-

[1] On a fait remarquer leur état de simplicité, et nous avons entendu un anatomiste habile établir un rapprochement à ce point de vue entre le fragment de Savone et quelques autres débris humains incontestablement fossiles, dont les sutures crâniennes sont peu denticulées. Il oubliait que le fragment présenté par M. Issel n'a de sutures que la partie la plus interne de la suture coronale et la portion la plus antérieure de la suture sagittale qui ne sont le plus souvent que sinueuses.

renciât les os de *Colle del Vento* de ceux d'un Ligure des temps historiques, petit, un peu prognathe, usant rapidement ses dents par la mastication. L'étude des débris osseux du tronc, ou des membres, clavicules, tête de fémur, fragments d'humérus et de péroné, vient appuyer ce rapprochement que l'on doit à M. Prüner-Bey [1].

Un seul fragment a pu donner lieu à des erreurs d'interprétation, c'est une partie du maxillaire inférieur, comprenant l'apophyse coronoïde et l'alvéole de la dent de sagesse. M. Broca a tout d'abord été frappé de la *singularité des caractères* [2] de cette apophyse *excessivement aiguë* et courbée en *lame de sabre*. Ce savant anthropologiste semblait même attacher à ces caractères anatomiques une assez grande valeur.

L'examen de quelques pièces recueillies depuis lors, a bien diminué, à ses yeux, leur importance. Il résulte, en effet, des recherches que nous avons faites personnellement dans les collections et les bibliothèques de la capitale, que cette forme n'est point rare.

L'usure très-marquée de la première prémolaire supérieure autorisait à croire, ainsi qu'on l'a dit précédemment, que le squelette de Savone a appartenu à un homme ayant dépassé l'état adulte ; or, l'acuïté et la forte incurvation de l'apophyse coronoïde sont propres à *l'état sénile*.

Nous avons sous les yeux neuf maxillaires inférieurs, à peu près édentés, ayant tous appartenu à des sujets avancés en âge, et de races très-diverses ; leurs apophyses coronoïdes reproduisent, à différents degrés, la forme de celle du maxillaire de Savone, et, dans le nom-

[1] *Congrès intern.*, 2me session. Paris, 1867, in-8°, p. 156.
[2] Ibidem, p. 157.

bre, il en est deux qui sont plus longues, plus grêles, plus aiguës et même plus fortement courbées que celle dont il est ici question. La largeur de notre apophyse est de 17 millimètres environ à la base, sa longueur en atteint 23 : la première de ces dimensions est réduite à 16 dans l'une de nos pièces, la seconde dépasse 25 millimètres; dans l'autre mâchoire, la longueur de l'apophyse égale 31 millimètres, la largeur à la base étant de 14 millimètres seulement [1]. D'où il résulte que, dans une série rapidement recueillie dans divers ossuaires, et particulièrement dans le charnier de Sainte-Marine de Paris (1866), la trop célèbre mandibule de *Colle del Vento* occuperait seulement le troisième rang au point de vue de ces caractères exceptionnels : longueur de l'apophyse coronoïde, exiguïté des dimensions de cette même partie, dans le sens de sa largeur. Nous avons déjà dit que, sur nos deux pièces et sur quelques autres, la courbure était à peu près la même, ou dépassait légèrement celle de la pièce dont il est fait mention.

Nous ferons remarquer, en terminant, que cette pièce porte une dent de sagesse assez profondément cariée : or, la carie dentaire s'est jusqu'ici très-rarement montrée chez les hommes *vraiment fossiles*, tandis qu'elle est commune dans d'autres races, qui ont depuis cette époque évolué sur notre sol.

[1] Cf. Barkow, *Comparative Morphologie des Menschen und der menschähnlichen Thiere*, 2me p. Breslau, 1862, in-folio, pl 48, fig. 1.

NOTE

SUR

LA CRAIE DE LA GALICIE ORIENTALE[1]

PAR

M. ERNEST FAVRE.

La craie occupe une grande étendue dans la Galicie orientale : elle y est recouverte par le terrain tertiaire, mais elle apparaît dans toutes les dénudations du sol. Elle est ordinairement formée d'une marne et d'un calcaire marneux très-fins, de couleur grisâtre et à stratification indistincte : c'est ainsi qu'on l'observe surtout dans les environs de Lemberg. Ailleurs, à Nagorzany par exemple, village situé à quatre lieues au sud de Lemberg, elle prend l'apparence d'un grès dur en bancs épais, alternant avec des bancs calcaires. Ces roches ont une grande puissance, et nulle part, on ne les voit en contact l'une avec l'autre ; un puits de 120 mètres de profondeur, creusé à Lemberg n'a pas traversé les marnes ; les couches sont presque horizontales ; la stratigraphie ne donne donc aucun renseignement sur l'âge relatif de ces deux gisements. Les divergences minéralogiques coïncident avec des divergences paléontologiques importantes : toutefois, les espèces communes à ces deux terrains, sont assez caractéristiques, et le nombre en est assez grand pour qu'on puisse, sans hésitation, les regarder comme formés à la même époque, et ne voir dans ce qui les distingue que des différences de faciès.

[1] Cette note est le résumé d'un mémoire que je viens de publier sous le titre de *Description des mollusques fossiles de la craie des environs de Lemberg en Galicie*, 1869 ; un vol. in-8° avec 13 planches.

La faune de la craie de la Galicie est riche et très-variée; outre les mollusques, elle renferme de nombreux restes de poissons, des crustacés, des serpules, des échinodermes, entre autres l'*Ananchytes ovata* Lam., des polypiers et des foraminifères: on y a aussi recueilli quelques restes de plantes. Les mollusques se répartissent en 65 genres et sont au nombre de 170 espèces: 109 d'entre elles proviennent de Nagorzany, 92 de Lemberg; 31, c'est-à-dire plus du tiers des espèces de Lemberg se retrouvent à Nagorzany. 64 espèces sont connues hors de la Galicie, et fixent d'une manière positive l'âge de cet horizon de la craie; les autres sont, jusqu'à aujourd'hui, spéciales à cette région.

L'ensemble de la faune indique un dépôt littoral qui s'est formé d'une manière régulière, tranquille et très-lente. Le gisement de Lemberg est riche en espèces dont le test est mince et l'ornementation délicate. Les céphalopodes et les gastéropodes sont nombreux surtout à Nagorzany, où quelques especes atteignent une taille considérable: les lamellibranches et les brachiopodes forment la majorité de la faune de Lemberg, et ces derniers y sont particulièrement abondants.

Voici la liste de ces fossiles [1]:

	Nagorzany.	Lemberg.
Belemnitella mucronata Schloth. sp.	id.	id.
Nautilus interstriatus v. Stromb.	id.	id.
patens Kner.	id.	—
Galicianus Alth.	—	id.
Dekayi Mort.	id.	—

[1] Ces fossiles appartiennent aux magnifiques collections de l'Institut impérial de géologie et du Musée impérial de minéralogie à Vienne, et ont été mis généreusement à ma disposition par les directeurs de ces Musées, M. le chevalier de Hauer et M. M. Hœrnes.

	Nagorzany.	Lemberg.
Nautilus sublævigatus d'Orb.	id.	—
quadrilineatus nov. sp.	id.	—
Ammonites Gardeni Baily.	id.	—
Neubergicus v. Hauer.	id.	—
Galicianus nov. sp.	id.	—
Scaphites constrictus Sow. sp.	id.	id.
tenuistriatus Kner.	—	id.
trinodosus Kner.	id.	—
tridens Kner.	id.	id.
Hamites cylindraceus Defr. sp.	id.	—
Baculites Knorrianus Desm.	id.	id.
Faujasi Lam.	id.	id.
Helicoceras Schlœnbachi nov. sp.	id.	—
Bulla faba Kner sp.	id.	id.
Avellana inverse-striata Kner.	id.	id.
maliformis nov. sp.	id.	—
Cerithium polystropha Alth.	—	id.
Lorioli nov. sp.	id	—
Nagorzanyense nov. sp.	id.	—
tenue-costatum nov. sp.	id.	—
paucicostatum nov. sp.	id.	—
plicato-carinatum nov. sp.	id.	—
Turritella quadricincta Goldf.	id.	—
bigemina Kner.	id.	
Laubei nov. sp.	id.	—
Leopoliensis Alth.	—	id.
Scalaria decorata Rœm. sp.	id.	—
Polenburgi Alth.	—	id.
Leopoliensis Alth.	—	id.
Tylostoma striatum nov. sp.	id.	—
Natica Hœrnesi nov. sp.	id.	—
Galiciana nov. sp.	id.	—
Pleurotomaria supercretacea nov. sp.	id.	—
Haueri Kner.	id	—

	Nagorzany.	Lemberg.
Pleurotomaria minima nov. sp.	id.	—
Turbo tuberculato-cinctus Goldf. sp.	id.	—
costato-striatus Kner	id.	—
amatus d'Orb.	id.	—
Mojsisovicsi nov. sp.	id.	—
quinquestriatus nov. sp.	id.	—
Galicianus nov. sp.	id.	—
Plachetkoi nov. sp.	—	id.
cancellatus Plach.	—	id.
Trochus plicato-carinatus Goldf.	id.	id.
dichotomus Alth.	—	id.
miliariformis Alth.	—	id.
Althi nov. sp.	—	id.
Polonicus nov. sp.	id.	—
fenestratus Alth.	—	id.
echinulatus Alth.	—	id.
Phorus onustus Nilss. sp.	id.	—
Solarium granulato-costatum Alth.	—	id.
depressum Alth.	—	id.
Sturi nov. sp.	—	id.
Pterocera piriformis Kner. sp.	id.	—
Kneri nov. sp.	id.	—
Aporrhais emarginulata Gein. sp.	id.	id.
Buchi Munst. sp.	id.	
stenoptera Goldf. sp.	id.	—
Nagorzanyensis nov. sp.	id.	—
arachnoides Mull. sp.	id.	—
laevis Alth sp.	—	id.
Fusus nereidis Munst.	id.	—
indutus Goldf. sp.	id.	—
inconsequens Kner	id.	—
æque-costatus nov. sp.	—	id.
Galicianus Alth.	—	id.
septemcostatus nov. sp.	id.	—

	Nagorzany.	Lemberg.
Fusus canalifer nov. sp.	id.	—
funiculatus Alth.	—	id.
carinatulus d'Orb.	id.	—
Althi Kner.	id.	—
Triton multicostatum nov. sp.	id.	—
Buccinum fallax nov. sp.	id.	id.
Kneri nov. sp.	id.	—
Cancellaria supercretacea nov. sp.	id.	
Voluta semilineata Munst. sp.	id.	—
Nagorzanyensis nov. sp.	id.	—
difficilis nov. sp.	id.	—
granulosa nov. sp.	id.	—
Kneri nov. sp.	id.	—
reticulata Alth.	—	id.
Mitra Leopoliensis Alth.	—	id.
Emarginula costato-striata nov. sp.	id.	
Helcion Nechayi Kner sp.	id.	—
inornata Alth sp.	id.	id.
Dentalium nutans Kner	id	—
multicostatum nov. sp.	id.	id.
Sacheri Alth.	—	id.
Neaerea caudata Nilss. sp.	id	id.
brevirostris Alth sp.	—	id.
Panopaea Nagorzanyensis nov. sp.	id.	—
Pholadomya Esmarki Nilss. sp.	id.	id.
decussata Mant. sp.	id	id.
Kasimiri Pusch.	—	id.
Anatina harpa Kner.	id.	—
Thracia Picteti nov. sp.	id.	—
Cypricardia Galiciana nov. sp.	id.	—
parallela Alth.	—	id.
Isocardia Galiciana Alth.	id	—
subquadrata Alth.	—	id.
Heberti nov. sp.	id	

	Nagorzany.	Lemberg.
Cardium lineolatum Reuss	id.	id.
fenestratum Kner	id.	id.
Lucina cretacea Alth	—	id.
Astarte similis Munst	id	id.
Opis biloculata Kner sp	—	id.
Leda producta Nilss. sp	id.	id.
Puschi Alth	—	id.
Nucula truncata Nilss	-	id.
ascendens Alth	—	id.
Limopsis rhomboidalis Alth	id.	id.
radiata Alth	—	id.
Sacheri Alth	—	id
Arca tenuistriata Munst	id.	—
Geinitzi Reuss	id.	—
Leopoliensis Alth	—	id.
Galiciana Alth	—	id.
granulato-radiata Alth	—	id.
securiformis Kner	id	—
Pinna cretacea Schloth. sp	—	id.
Avicula cincta Alth	—	id.
Althi nov. sp	—	id.
Gervillia solenoides Defr	id.	id.
Inoceramus Cripsi Mant	id.	—
Lamarki Park	id.	—
Lima decussata Munst	id.	id.
Hoperi Mant. sp	id	—
Althi nov. sp	—	id.
Bronni Alth	—	id.
Pecten membranaceus Nilss	id.	id.
Nilssoni Goldf	id.	—
sublaminosus nov. sp	id.	—
pusillus Alth	—	id.
pulchellus Nilss	—	id.
Zeiszneri Alth	—	id.

	Nagorzany.	Lemberg.
Pecten acute-plicatus Alth.	—	id.
Leopoliensis Alth.	—	id.
Stachei nov. sp.	—	id.
semiplicatus Alth.	—	id.
subexcisus nov. sp.	—	id.
scissus nov. sp.	id.	—
Galicianus nov. sp.	id.	—
Althi nov. sp.	—	id.
excisus Pusch.	id.	—
Janira quadricostata Sow. sp.	—	id.
striato-costata Goldf. sp.	id.	—
Spondylus Dutempleanus d'Orb.	—	id.
Ostrea vesicularis Lam.	id.	id.
hippopodium Nilss.	—	id.
semiplana Sow.	id.	id.
larva Lam.	id.	id.
curvirostris Nilss.	—	id.
cyrtoma Alth.	—	id.
Lingula planulata Alth.	—	id.
Magas pumilus Sow.	id.	—
Terebratella Zeiszneri Alth.	—	id.
Terebratulina chrysalis Schloth. sp.	—	id.
Gisei Hag. sp.	id.	—
Terebratula carnea Sow.	id.	id.
obesa Sow.	id.	id.
Rhynchonella plicatilis Sow. sp.	id.	id.
limbata Schloth. sp.	id.	id.
Megathyris decemplicata Alth.	—	id.
Crania palmicosta Plach.	—	id.

Cette faune a déjà été l'objet de l'étude de divers savants parmi lesquels je citerai en première ligne M. Kner et M. Alth. Leurs travaux m'ont été d'une grande utilité, quoique j'aie dû m'écarter sur bien des points des opi-

nions émises par ces paléontologistes. M. Alth indique dans l'ensemble de cette faune onze espèces ayant traversé toute la période crétacée, cinq retrouvées seulement dans le gault, et un grand nombre communes à divers étages des terrains crétacés supérieurs. M. d'Archiac se fondant sur la présence dans les listes de fossiles d'espèces telles que le *Nautilus elegans* Sow., le *N. Bouchardianus* d'Orb., le *N. simplex* Sow., le *N. Fleuriausianus* d'Orb., l'*Avellana cassis* d'Orb., la *Natica excavata* Mich., en tirait la conclusion suivante[1] : « Les « marnes des environs de Lemberg ont été comparées « aux couches de Lemforde et de Haldem (Westphalie), « mais les fossiles que nous venons de citer doivent les « faire placer dans le véritable pläner. » Dans la description que j'ai donnée de cette faune, j'ai montré qu'un grand nombre de fossiles déterminés comme des espèces appartenant à des horizons inférieurs, sont ou des espèces nouvelles, ou des espèces de la craie blanche qui ont été méconnues. Ainsi, j'ai constaté que le *Nautilus elegans* de M. Kner est le *N. interstriatus*, belle espèce décrite en 1863 par M. de Strombeck, et qui n'avait pas encore été figurée : le *N. Bouchardianus* est devenu le *N. Dekayi* Mort. : les avellanes et les natices se distinguent très-bien des espèces citées plus haut, et ont dû recevoir des noms nouveaux, etc.

La liste de fossiles que je viens de donner indique évidemment que le terrain crétacé de la Galicie appartient à la partie supérieure de la craie blanche, c'est-à-dire à la partie inférieure de la craie à *Belemnitella mucronata*, dont la partie supérieure forme l'étage danien de d'Orbigny ou la craie supérieure. Cependant plusieurs es-

[1] Histoire des progrès de la géologie, t. V, 2me partie, p. 332.

pèces de cette faune se retrouvent dans la craie à *Belemnitella quadrata* et dans la craie à *Micraster coranguinum ;* un très-petit nombre sont communes à des horizons inférieurs à ce dernier : un plus grand nombre ont prolongé leur existence pendant le dépôt de la craie supérieure.

La mer crétacée occupait alors en Europe la partie sud-est de la Grande-Bretagne, gisement principal Norwich : le bassin de Paris où cet horizon est connu sous le nom de craie de Meudon : le Limbourg et le Hainault en Belgique : la Westphalie dans laquelle les gisements de Haldem et de Lemforde présentent une faune très-riche de la même époque : le Hanovre où les gisements les plus remarquables sont ceux de Ahlten et du Zeitberg près de Lunebourg : le Danemark où les dépôts de cette époque forment les falaises des îles de Mœn et de Seeland : la Scanie en Suède, avec les gisements connus de Kœpinge, Balsberg, Ifo et Kjugestrand : une partie de la Poméranie, particulièrement l'île de Rugen et celle d'Usedom. Cette mer s'étendait au sud dans la Pologne, en contournant le grand massif de la Bohême, et se prolongeait dans la Galicie le long du versant septentrional des Carpathes ; c'est là que vivait la faune nombreuse dont je viens de faire l'étude : elle a pénétré dans la Russie méridionale, et a laissé des dépôts bien caractérisés dans la Crimée, dans les bassins du Donetz et du Don, surtout à Uspenk, dans les provinces de Kharkof et de Kursk, et dans les environs de Simbirsk sur la rive droite du Volga ; elle s'étendait même à l'est de ce fleuve, et on en trouve les traces sur les rives de l'Oural et sur celles de l'Emba, un des affluents de la mer Caspienne. Plus au sud, elle occupait la région du Caucase

où sa présence a été constatée sur plusieurs points, soit dans la partie occidentale de la chaîne, soit dans le Daghestan.

L'Espagne, l'ouest et le sud de la France, le sud de l'Allemagne et la Bohême formaient à cette époque un continent non interrompu. Au sud de cette région, on trouve des dépôts appartenant au même horizon, dans les Baléares et dans les Alpes; on ne peut méconnaître leur présence dans le massif de la Grande-Chartreuse et dans la vallée d'Entremont, où l'on a trouvé la *Belemnitella mucronata*, l'*Ostrea vesicularis*, l'*Ananchytes ovata*, etc. Les calcaires crétacés de la Savoie et la partie supérieure du Seewerkalk des Alpes suisses sont peut-être une prolongation du même terrain : c'est du moins ce que semble prouver la découverte de l'*Ananchytes ovata* dans plusieurs localités. Dans les Alpes de la Bavière et les Alpes autrichiennes, la craie prend un autre caractère, et devient très-riche en fossiles; les couches de Gosau forment une série de terrains encore incomplétement définis; mais la partie supérieure de ces couches appartient d'une manière certaine au même horizon : les fossiles indiqués plus haut se trouvent, avec d'autres espèces caractéristiques, dans la Bavière et le Tyrol septentrional. Hors de l'Europe, l'Amérique du Nord paraît posséder seule, jusqu'à aujourd'hui, des dépôts du même âge.

La craie de la Galicie a un assez grand nombre d'espèces communes avec celle du bassin de Paris. Elle a cependant une ressemblance minéralogique et paléontologique beaucoup plus grande avec les dépôts du nord de l'Allemagne et de la Scandinavie. La craie de Haldem en Westphalie est celle qui a le plus de rapport avec le terrain dont nous nous occupons. Après la craie de Haldem,

la craie du Hanovre, celle de l'île de Rugen, celle de la Scanie et celle du Limbourg offrent le plus grand nombre d'espèces identiques à celles de la Galicie.

La proportion des espèces communes entre la craie de Nagorzany et les principaux gisements de la craie à *Belemnitella mucronata* est la même qu'entre la craie de Lemberg et ces mêmes gisements: c'est là une nouvelle preuve de la contemporanéité des dépôts de ces deux localités.

Depuis le dépôt de cet horizon de la craie, le mouvement presque général d'exhaussement du continent européen, dont l'origine remonte à une époque bien antérieure, a continué, et la formation de la craie supérieure a commencé à s'opérer. On la trouve par lambeaux, formant le calcaire à Baculites du Cotentin, le terrain mæstrichtien du Limbourg et du Hainault, la craie de Ignaberga en Suède, le calcaire pisolitique du bassin de Paris, la craie de Mæstricht et celle de Faxœ. Ces dépôts, dont les trois premiers sont, d'après M. Hébert, plus anciens que les derniers, occupent une étendue très-restreinte. Ils ont encore des rapports paléontologiques frappants avec la craie blanche supérieure et renferment plusieurs espèces caractéristiques de ce terrain. Je me bornerai à citer les suivantes : *Belemnitella mucronata, Nautilus Dekayi, Scaphites constrictus, Baculites Faujasi, Turbo tuberculatocinctus, Pecten membranaceus, P. pulchellus, Janira quadricostata, Ostrea vesicularis, Terebratula carnea, T. obesa, Rhynchonella limbata.*

SUR

L'ILLUMINATION DES CORPS TRANSPARENTS

PAR

M. J.-L. SORET

Dans une Note publiée il y a quelques mois [1], j'ai signalé l'analogie qui existe au point de vue de la polarisation entre la lumière du ciel et celle de l'eau. L'idée de ces recherches m'avait été suggérée par les belles observations de M. Tyndall sur les propriétés optiques des substances à l'état de nuage. Comme les gaz dans lesquels flottent des particules très-ténues, l'eau et d'autres liquides s'illuminent par le passage de la lumière, c'est-à-dire qu'une partie de cette lumière est renvoyée dans toutes les directions, et présente des propriétés de polarisation tout à fait comparables à celles que l'on observe dans le cas des gaz. J'ai naturellement supposé que la cause première de ces phénomènes est la même, quel que soit l'état du corps transparent, et que l'illumination des liquides provient de la présence de *corpuscules* en suspension.

Depuis lors M. Alex. Lallemand a fait à l'Académie des Sciences plusieurs communications sur l'illumination des corps transparents : mais il n'attribue pas ce phénomène à la même origine que moi. Il reconnaît bien que pour les

[1] Sur la polarisation de la lumière bleue de l'eau, *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 19 avril 1869, tome LXVIII, p. 911, et *Archives des Sciences phys. et natur.*, mai 1869, tome XXXV, p. 54.

M. le professeur Hagenbach a bien voulu me communiquer récemment une Note sur le même sujet. On la trouvera à la suite du présent mémoire.

gaz il doit être produit par une réflexion sur des particules très-ténues; mais pour les liquides et les solides, il pense qu'il résulte d'une propagation latérale du mouvement vibratoire de l'éther.

Je ne saurais mieux faire connaître les arguments que M. Lallemand donne à l'appui de son opinion, qu'en reproduisant textuellement les Notes qu'il a publiées, et qui, du reste, relatent un grand nombre d'expériences et de faits très-intéressants.

Ire NOTE DE M. LALLEMAND.

Recherches sur l'illumination des liquides par un faisceau de lumière neutre ou polarisée[1].

« Lorsqu'on illumine, par un faisceau de rayons solaires, différents liquides, on observe des phénomènes variés qui dépendent de la nature de la substance employée : et, à ce point de vue, les liquides se divisent en trois catégories. Les uns n'ont pas de fluorescence appréciable et ne possèdent pas de pouvoir rotatoire ; les seconds sont plus ou moins fluorescents, et, comme les premiers, n'exercent aucune déviation sur le plan de polarisation de la lumière incidente : les derniers sont ceux qui ont un pouvoir rotatoire moléculaire, auquel vient s'ajouter souvent une fluorescence assez énergique. Je vais résumer, le plus brièvement possible, le résultat de mes expériences sur ces trois classes de corps, et les conclusions importantes qu'il me semble permis d'en tirer.

« Le liquide est introduit dans un large tube de verre, fermé à ses deux extrémités par des glaces parallèles. Le tube, placé horizontalement dans une chambre obscure, re-

[1] *Comptes rendus*, 19 juillet 1869, tome LXIX, p. 189.

çoit dans la direction de son axe un faisceau de rayons solaires, réfléchi par un miroir métallique et rendu légèrement convergent par une lentille achromatique à long foyer : un large prisme de Foucault, interposé au besoin sur le trajet du faisceau, sert à polariser la lumière dans un plan déterminé.

« Supposons que le tube renferme de l'eau pure, et qu'on opère d'abord avec de la lumière neutre, ou du moins ne possédant que la polarisation elliptique due à la réflexion des rayons solaires sur le miroir argenté. En regardant le tube dans une direction transversale, on constate que l'eau s'illumine, et, si l'on dirige un analyseur biréfringent, un Nicol par exemple, normalement à l'axe du faisceau et dans un azimut quelconque, on reconnaît que l'extinction est complète quand la section principale du prisme est parallèle à l'axe du tube : c'est-à-dire que la lumière émise par l'eau, dans une direction quelconque normale à l'axe du faisceau, est entièrement polarisée dans un plan passant par l'axe. En inclinant le Nicol sur l'axe dans les deux sens, l'extinction n'est plus complète, la lumière est partiellement polarisée, et d'autant moins que l'inclinaison est plus grande.

« Si la lumière incidente est polarisée par le prisme de Foucault dans un plan horizontal, le phénomène change : à la simple inspection du tube, on reconnaît qu'il n'y a illumination que dans une direction horizontale : en regardant de haut en bas ou de bas en haut, l'obscurité est complète. On reproduit ainsi, avec un milieu homogène parfaitement transparent, la belle expérience que M. Stokes a suggérée à M. Tyndall, dans ses recherches sur les condensations nuageuses que la lumière électrique détermine au sein d'un milieu raréfié renfermant des vapeurs décomposables. Mais la conclusion qu'on en peut tirer est bien différente. Tandis que, dans l'expérience de M. Tyndall, l'illumination doit être attribuée à un phénomène de réflexion sur des particules solides ou liquides extrêmement ténues : avec un milieu transparent et

homogène comme l'eau récemment distillée on ne peut plus invoquer un effet de réflexion particulaire, c'est une véritable propagation du mouvement vibratoire au sein de l'éther condensé du milieu réfringent qui a lieu exclusivement dans le plan de polarisation de la lumière incidente et dans toutes les directions ; et ce qui le prouve, c'est la manière dont se comporte cette lumière avec un Nicol analyseur. En plaçant le Nicol horizontalement et dans une direction normale à l'axe du tube, on constate que la lumière émise transversalement est complétement polarisée, et si l'on incline l'analyseur sur l'axe du tube, on reconnaît que *sous toutes les incidences* la lumière émise est encore *entièrement polarisée* dans un plan horizontal. Pour éviter l'influence perturbatrice de la réfraction et de la réflexion interne sur les parois du tube, il vaut mieux observer l'eau dans un flacon cylindrique, et viser avec le Nicol l'axe du flacon dans toutes les directions horizontales. La polarisation dans le plan primitif est toujours totale.

« Les deux expériences que je viens de rapporter constituent d'abord une vérification expérimentale du principe d'Huyghens qu'on invoque, en particulier, dans l'explication des phénomènes de diffraction : et il me semble, en outre, que la seconde est une preuve *visible* de la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans un rayon polarisé. L'interférence des rayons polarisés et les phénomènes de double réfraction ont conduit à cette conclusion mathématique que les molécules éthérées vibrent dans le plan de l'onde et que dans un rayon polarisé les vibrations sont rectilignes et perpendiculaires au rayon ; mais les lois expérimentales de la polarisation n'ont pas permis de décider l'importante question de savoir si, dans un rayon polarisé, la vibration est parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation. Dans l'expérience que je viens de citer, on voit que le mouvement vibratoire ne se propage pas normalement au plan et se propage au contraire en tous sens dans le plan de polarisation.

Les molécules éthérées vibrent donc perpendiculairement à ce plan, et ne peuvent propager dans cette direction que des ondes analogues aux ondes aériennes, qui, si elles existent, ne provoquent aucun phénomène lumineux.

« Les acides azotique, chlorhydrique, l'ammoniaque, etc., se comportent comme l'eau. L'expérience est surtout remarquable avec le collodion : lorsque ce liquide est de préparation récente et que, par la filtration ou la décantation, on l'a obtenu bien limpide, incolore et transparent, il s'illumine avec un grand éclat dans le plan de polarisation, tandis que dans la direction normale à ce plan, l'extinction est totale. La seule difficulté qu'offrent les expériences de cette nature, c'est celle qu'on éprouve à obtenir des liquides entièrement débarrassés de poussières ou corpuscules de diverses natures qui deviennent le siége d'une réflexion diffuse ou spéculaire et nuisent à la netteté du résultat.

« Avec les liquides fluorescents, les phénomènes sont plus complexes. Si l'on met, par exemple, en expérience de l'eau pure tenant en dissolution des traces d'esculine ou de sulfate de quinine, et que le faisceau lumineux soit polarisé horizontalement, condition que je supposerai toujours réalisée dorénavant, le liquide observé verticalement s'illumine d'une teinte bleue uniforme, dont l'intensité va décroissant depuis la face d'incidence jusqu'à l'extrémité du tube. Cette lumière est d'ailleurs neutre à l'analyseur. En visant dans une direction horizontale, l'illumination est bleue à l'origine du tube et devient bientôt blanche et même un peu jaunâtre vers l'extrémité opposée. Le Nicol montre que cette lumière est partiellement polarisée dans le plan primitif, et, dans la position d'extinction, laisse persister une teinte bleue, identique à celle qu'on observe directement au même point en visant de haut en bas. L'analyseur permet ainsi d'arrêter toute la lumière due à une propagation latérale, et ne laisse passer que la lumière neutre engendrée par la fluorescence. Ce procédé offre un moyen commode d'isoler et d'analyser l'illumination due exclusivement à la fluorescence.

« Si, au contraire, on fait précéder le tube à expérience d'une cuve renfermant le même liquide plus chargé d'esculine ou de sulfate de quinine, qui arrête tous les rayons excitateurs violets ou ultra-violets, le liquide contenu dans le tube se comporte comme l'eau pure et paraît complétement obscur dans le sens vertical.

« Ce mode d'analyse conduit à des conséquences inattendues, et montre que la fluorescence est beaucoup plus commune dans les liquides qu'on ne l'avait supposé. Si elle n'a pas été remarquée dans un grand nombre de liquides qui la possèdent, c'est que tous les rayons du spectre sont susceptibles, dans certains cas, de provoquer le phénomène, et que la fluorescence du liquide, au lieu de se produire avec un maximum d'éclat et une couleur propre au contact de la face d'incidence, se manifeste dans toute la masse liquide que la lumière traverse et sans couleur propre bien tranchée. Prenons comme exemple le sulfure de carbone, rectifié sur de la chaux vive et mis en contact avec du cuivre réduit par l'hydrogène : il est alors parfaitement incolore, et, soumis à l'action des rayons polarisés, il s'illumine sur toute la longueur du tube et dans tous les azimuts, d'une teinte blanche légèrement bleuâtre. En visant horizontalement avec un polariscope de Savart, on y reconnaît la présence d'un peu de lumière polarisée, tandis que, dans le sens vertical, la lumière émise est neutre, entièrement due à la fluorescence, et l'analyse spectrale y révèle toutes les couleurs prismatiques.

« En opérant avec une lumière homogène, on reconnaît, en effet, que les rayons rouges excitent dans le sulfure de carbone une fluorescence rouge, et qu'en définitive les atomes de ce liquide peuvent vibrer sous l'influence de tous les rayons lumineux du spectre et émettre ensuite, dans toutes les directions, de la lumière neutre de même réfrangibilité ou d'une réfrangibilité très-peu différente. Un grand nombre de liquides d'origine organique, les carbures d'hy-

drogène en particulier, se comportent comme le sulfure de carbone, et je me borne, pour le moment, à indiquer un mode d'analyse et d'étude de la fluorescence des liquides qui constitue un long sujet de recherches que j'ai encore à peine effleuré.

« Ce que j'ai dit plus haut de l'illumination des liquides, par propagation latérale directe des vibrations lumineuses dans l'éther condensé des milieux réfringents, fait pressentir les curieux effets qu'offrent les liquides doués du pouvoir rotatoire, quand on les soumet à l'action du faisceau polarisé. Qu'on prenne un long tube rempli d'une solution concentrée de sucre de canne, et qu'on l'illumine d'abord avec une lumière rouge homogène, la solution n'ayant pas de fluorescence sensible, si l'on regarde le tube verticalement dans le voisinage de l'incidence, il paraît obscur. Dans une direction horizontale, au contraire, il émet une vive lumière; mais, en l'éloignant de la face d'incidence, on remarque qu'il faut tourner autour du tube, de gauche à droite, et viser dans une direction de plus en plus inclinée, pour apercevoir la bande illuminée, et si l'on trace sur le tube la direction moyenne de cette bande, on vérifie que cette direction est une hélice, dont le pas est justement représenté par la longueur de la colonne du liquide actif qui ferait tourner le plan de polarisation de la lumière incidente de 360 degrés : la longueur du pas diminue quand la réfrangibilité de la lumière augmente, suivant la loi approximative donnée par Biot; et si la lumière incidente est blanche, toutes les hélices lumineuses superposées à l'origine du tube se séparent bientôt, et donnent une illumination latérale prismatique de l'effet le plus curieux. Si l'on dirige le rayon visuel de gauche à droite, autour d'une section déterminée du tube, on voit les teintes mixtes se succéder dans l'ordre de réfrangibilité. En visant, au contraire, dans la direction d'une génératrice du cylindre, et en allant de l'origine du tube à son extrémité, on observe de même la succession des nuances

prismatiques et pour certains azimuts : on comprend que cette succession est identique à celles des teintes qu'on observerait avec l'analyseur bi-réfringent, placé sur le trajet du faisceau émergent. Malgré les prévisions théoriques qui indiquaient ce résultat, on est surpris de voir le faisceau émergent du tube entièrement incolore, tandis que les parois du tube brillent des plus vives couleurs changeantes, avec l'azimut suivant lequel on regarde. En supprimant le polariseur, cette illumination prismatique, qui donne au tube les reflets de l'opale, disparaît instantanément. L'essence de térébenthine se comporte de la même manière, avec cette différence que la rotation *visible* du plan de polarisation s'opère de gauche à droite, et que l'illumination latérale, qui, dans ce cas, conduit à tracer sur le tube des hélices gauches, est compliquée d'une fluorescence sensible.

« Tel est le court résumé de mes recherches, qui sont loin d'être achevées. Je ne puis rien dire encore des milieux solides transparents, amorphes ou cristallisés, qui exigent une mise en œuvre spéciale : j'ai voulu, avant tout, exposer les premières conséquences d'une méthode d'observation que je me réserve de poursuivre. »

IIme NOTE DE M. LALLEMAND.

Etude des phénomènes qui accompagnent l'illumination d'un liquide non fluorescent [1].

« Le résumé de mes recherches sur l'illumination des liquides, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 19 juillet, renferme des conclusions qui pourraient sembler prématurées, si je n'insistais sur quelques détails dont je n'ai pas fait mention dans ma première Note. L'illumination latérale de l'eau pure dans le plan de polarisation, quand elle est traversée par un faisceau de rayons so-

[1] *Comptes rendus*, 26 juillet 1869, tome LXIX, p. 282

laires polarisés, son obscurité complète dans une direction normale à ce plan et la polarisation de la lumière émise transversalement m'ont conduit à envisager cette expérience comme une preuve de l'hypothèse de Fresnel sur la direction des vibrations dans un rayon polarisé, et en même temps comme une démonstration du lemme d'Huyghens. Une analyse plus complète du phénomène va justifier plus rigoureusement les déductions auxquelles je suis arrivé.

« Parmi les divers modes d'expérimentation qu'on peut employer, le suivant est très-simple et rendra plus concise l'interprétation des résultats de l'observation.

« Supposons qu'un liquide non fluorescent soit enfermé dans un ballon de verre sphérique, à paroi mince, et traversé suivant un diamètre horizontal par un filet de lumière solaire, polarisée elle-même horizontalement. On vise alors invariablement le centre du ballon au travers d'un tube noirci et suivant un diamètre quelconque. Le résultat de cette première épreuve, c'est qu'il y a lumière émise avec des intensités variables dans tous les sens, excepté *suivant la direction verticale*. Autour de cette direction, l'intensité de la lumière émise va croissant avec l'inclinaison, et devient maxima quand le tube a atteint une position horizontale. Ce maximum lui-même est variable avec l'azimut dans lequel le tube se trouve situé, et d'autant plus grand que l'angle de cet azimut avec le plan vertical passant par l'axe du filet lumineux est plus petit.

« En adaptant au tube mobile qui sert à la visée un Nicol analyseur, on constate que la lumière émise dans une direction quelconque est toujours *entièrement polarisée* : quel que soit l'azimut dans lequel le tube se trouve placé, l'extinction a invariablement lieu quand la section principale de l'analyseur est normale à cet azimut ; c'est-à-dire que le plan de polarisation de la lumière émise est constamment perpendiculaire au plan azimutal qui contient les rayons émergents.

« Ces variations d'intensité et cette direction variable du

plan de polarisation de la lumière émise sont inconciliables avec l'hypothèse d'une réflexion particulaire, et s'expliquent au contraire très-simplement, si l'on admet que les vibrations éthérées du milieu réfringent sont normales au plan de polarisation de la lumière incidente et se propagent ensuite au sein de ce milieu dans toutes les directions. Une vibration verticale peut être, en effet, remplacée par deux vibrations composantes, l'une dirigée suivant l'axe de l'analyseur qui ne produit aucun effet lumineux, et l'autre perpendiculaire à cet axe. Cette dernière composante est celle qui engendre la lumière propagée dans la direction de l'analyseur.

« Considérons, en particulier, l'azimut normal au faisceau lumineux : il est évident que, dans cet azimut, l'intensité de la lumière émise variera comme le carré du cosinus de l'angle que fait le rayon émergent avec sa projection horizontale. Dans un autre vertical, faisant avec ce dernier un angle déterminé, l'intensité dépendra de la profondeur du faisceau lumineux suivant la direction du tube de visée, et, si le filet de lumière incident est cylindrique et très-délié, on peut admettre que cette intensité est proportionnelle à cette profondeur. Elle est représentée par le diamètre variable d'une ellipse dont les axes sont déterminés. On a encore tous les éléments nécessaires pour calculer l'intensité des rayons émis, et il est évident que l'explication du phénomène, au point de vue où je me suis placé, comporte une vérification photométrique. Je ne suis pas encore préparé pour des recherches aussi délicates. Néanmoins quelques tentatives imparfaites m'ont prouvé que les variations observées suivent très-sensiblement la loi indiquée par la théorie.

L'expérience, telle que je viens de l'analyser, n'en conserve pas moins sa valeur démonstrative, et j'ai la confiance qu'un mode d'expérimentation mieux approprié à des mesures photométriques viendra confirmer mes prévisions. »

IIIme NOTE DE M. LALLEMAND.

Sur l'illumination des corps transparents par la lumière polarisée [1].

« Le résumé de mes premières recherches, inséré dans les *Comptes rendus* des 19 et 26 juillet dernier, ne mentionne que les faits relatifs à l'illumination des liquides. Depuis lors, j'ai pu soumettre à l'épreuve quelques solides transparents, et les résultats de l'observation conduisent aux mêmes conclusions.

« Le mode d'expérimentation reste le même : le solide, taillé en cube ou en prisme droit, et poli sur toutes ses faces, est traversé dans une direction normale à deux faces parallèles par un faisceau polarisé horizontalement. En opérant d'abord sur divers échantillons de verre blanc, à base de soude ou de potasse, on reconnaît, en visant toujours normalement à l'axe du filet lumineux, qu'il y a un maximum d'illumination dans une direction horizontale : la lumière émise est blanche, donne au spectroscope les principales raies du spectre solaire, et est entièrement polarisée dans un plan horizontal, si le verre sur lequel on opère n'a pas de fluorescence sensible. En visant au contraire dans une direction verticale, l'illumination est nulle. Mais, le plus souvent, le verre est un peu fluorescent, et, dans la direction verticale, présente une traînée lumineuse dont la teinte varie avec l'échantillon. Cette lumière colorée est d'ailleurs neutre au polariscope, et l'analyse prismatique n'y décèle aucune des raies du spectre solaire.

« Le cristal s'illumine avec beaucoup plus d'intensité que le verre, et possède en même temps une fluorescence très-énergique. Les variétés de cristal pesant dont on fait les prismes très-dispersifs sont remarquables sous ce rapport. Dans la direction normale au plan de polarisation, la lumière

[1] *Comptes rendus*, 25 octobre 1869, tome LXIX, p. 917.

fluorescente apparaît avec une belle teinte verte ou vert-jaunâtre, dont le spectre continu ne renferme pas les rayons lumineux extrêmes. Dans le plan de polarisation, l'illumination est très-vive, la traînée lumineuse est blanche, et, quand on l'éteint avec un analyseur, on voit apparaître la teinte verte caractéristique de la lumière fluorescente. On reconnaît du reste aisément que les rayons excitateurs de la fluorescence dans le cristal appartiennent à la partie la plus réfrangible du spectre solaire, et que les rayons rouges et orangés ne donnent aucun effet appréciable. Ce mode d'expérimentation me paraît éminemment propre à étudier le verre et le cristal au point de vue de leurs qualités optiques, car, indépendamment de l'illumination latérale et de la fluorescence, le faisceau lumineux accuse aussi tous les défauts d'homogénéité de la matière. Parmi les substances cristallisées sur lesquelles j'ai pu faire des observations, le spath fluor incolore et transparent se comporte comme le verre, avec cette différence que la traînée de lumière fluorescente est d'un beau violet. Le sel gemme et le spath d'Islande ne s'illuminent pas d'une manière sensible sur le trajet du faisceau lumineux. On sait pourtant, d'après les travaux de M. Edmond Becquerel, que ces substances sont phosphorescentes, et qu'elles donnent au phosphoroscope une lueur orangée. Mais c'est alors une illumination générale que la lumière excite dans toute la masse, et qui n'est pas plus vive sur le trajet des rayons qu'en tout autre point. Quant à l'illumination par propagation directe du mouvement vibratoire, elle n'est pas appréciable : il faut remarquer, en effet, que ces deux substances sont très-perméables à toutes sortes de radiations, et qu'il existe pour chaque corps transparent et pour chacune des radiations simples un coefficient d'illumination complémentaire du coefficient de transmission.

« C'est là, en effet, une conséquence de mes recherches, qu'il importe de signaler. Lorsqu'un milieu transparent n'a pas de fluorescence sensible, l'absorption partielle d'une ra-

diation simple par une épaisseur déterminée de ce milieu résulte de la propagation latérale du mouvement vibratoire qui lui correspond : on s'explique alors la fonction exponentielle par laquelle on représente la quantité de lumière transmise, et que les expériences de MM. Jamin et Masson ont justifiée. Lorsqu'une fluorescence énergique vient s'ajouter à l'illumination par propagation directe du mouvement lumineux, le phénomène de l'absorption se complique, et il est évident que, pour certaines radiations, la loi de l'absorption, telle qu'on la formule, devient inexacte et n'a plus qu'une valeur approximative. Il ne faut donc pas s'étonner que le sel gemme et le spath d'Islande aient un coefficient d'illumination extrêmement faible. Il en est de même pour le cristal de roche.

« Lorsque le faisceau lumineux traverse cette substance perpendiculairement à l'axe, sa trace est invisible dans l'intérieur du cristal, et lorsqu'elle apparaît, ce n'est que pour trahir un défaut d'homogénéité, des failles cristallines sur lesquelles s'opère une réflexion spéculaire. C'est ce qu'on observe particulièrement dans le quartz enfumé, en apparence le plus homogène, où il m'a été impossible, à cause de cette circonstance, de reconnaître une illumination bien prononcée. Lorsque le filet lumineux traverse un prisme de quartz hyalin suivant son axe optique, la rotation du plan de polarisation, variable pour chaque couleur simple, devrait développer, sur une très-faible épaisseur, cette coloration prismatique latérale qu'offre un tube rempli d'eau sucrée. On n'observe pourtant rien de semblable. Le quartz est la substance transparente par excellence ; et en même temps que son coefficient d'illumination est extrêmement faible, sa fluorescence est nulle.

« Mais s'il est impossible de manifester directement sur le quartz, par le fait de l'illumination, la rotation du plan de polarisation, on y réussit aisément en l'associant à une substance non fluorescente et dont le coefficient d'illumination

soit très-élevé. Le collodion non ioduré, incolore et bien transparent, est précieux pour cette expérience. Lorsqu'une auge cylindrique remplie de ce liquide est vivement illuminée par un filet de lumière solaire polarisée horizontalement, et que, dans une direction verticale, il est obscur, il suffit d'interposer sur le trajet du rayon une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, pour voir apparaître aussitôt la lumière dans cette direction. Si la lumière incidente est homogène, la bande horizontale qui présente le maximum d'illumination se déplace de haut en bas ou de bas en haut, suivant que le quartz est droit ou gauche. Le déplacement angulaire est d'ailleurs égal à la rotation qu'il faudrait imprimer à un analyseur biréfringent placé sur le trajet du faisceau pour éteindre l'une des deux images. Avec la lumière blanche et un quartz qui donnerait à l'image éteinte de l'analyseur la teinte rouge, on voit dans la direction verticale apparaître une illumination de même nuance, tandis que dans la direction horizontale l'illumination blanche est remplacée par une bande colorée de la teinte verte complémentaire. Entre ces positions extrêmes, le cylindre de collodion offre toutes les teintes intermédiaires, indiquant par leur ordre de succession le sens de la rotation.

En disposant sur le trajet du faisceau émergent un Nicol analyseur, suivi d'un prisme à réflexion totale, on peut comparer simultanément la teinte de l'image que donne l'analyseur dont la section principale a été déviée d'un certain angle et celle que présente le collodion dans le méridien correspondant : on reconnaît alors que, dans tous les cas, ces deux teintes sont identiques. C'est la confirmation la plus rigoureuse des conclusions théoriques que j'ai formulées dans ma Note du 26 juillet. Si, en effet, l'intensité de la lumière émise normalement au faisceau varie proportionnellement au carré du cosinus de l'angle que fait la ligne de visée avec le plan de polarisation du rayon incident, les formules de Biot, qui servent à calculer, d'après la règle de Newton, la

comparaison des teintes de l'une des deux images de l'analyseur biréfringent, s'appliquent rigoureusement à la détermination des nuances successives que présente le collodion illuminé entre deux méridiens rectangulaires. Une petite auge cylindrique, contenant un liquide non fluorescent, ou bien un cylindre de flint-glass, fonctionnent dès lors comme un véritable analyseur, et peuvent, comme lui, mettre en évidence le pouvoir rotatoire du cristal de roche ou de toute autre substance douée de la même propriété. J'ai du reste exécuté déjà quelques vérifications photométriques, qui démontrent la loi du cosinus que je viens de rappeler, en même temps qu'elles justifient de la manière la plus directe l'hypothèse de Fresnel sur la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans un rayon polarisé. »

..

Dans les recherches que j'ai faites, soit avant, soit après la publication de ces Notes, j'ai eu l'occasion de vérifier une grande partie des expériences qui y sont décrites. Je suis constamment parvenu aux mêmes résultats : ainsi je ne conteste point les faits d'observation. Mais je cesse d'être d'accord avec M. Lallemand, en ce qui concerne l'explication théorique de ces faits : je crois toujours que la cause générale et prépondérante des phénomènes d'illumination réside dans la présence des particules hétérogènes répandues dans le milieu transparent.

Avant d'exposer les raisons sur lesquelles j'appuie cette opinion, j'indiquerai quelques objections que me paraît soulever l'idée d'une propagation du mouvement vibratoire de l'éther dans toutes les directions.

En premier lieu, cette idée semble contraire à la manière dont on explique, dans la théorie des ondulations,

le fait que *la lumière se propage en ligne droite* dans un milieu homogène. Dans toutes les directions qui s'écartent sensiblement de celle du rayon, il doit y avoir annulation par interférence des vibrations de l'éther, quelle que soit la densité de ce dernier.

De plus, même en admettant que le principe ne fût pas rigoureusement exact, et qu'une quantité sensible de lumière fût renvoyée latéralement dans les milieux où l'éther est plus condensé, il semble que l'intensité de l'illumination devrait croître régulièrement avec la densité de l'éther, c'est-à-dire, à mesure que l'on opère sur des corps de plus en plus réfringents. Or l'eau, dont l'indice de réfraction est 1,33, a, suivant M. Lallemand, un coefficient d'illumination faible, mais cependant notable; ce coefficient est plus ou moins sensible pour le crown-glass dont l'indice est 1,52 environ; il devient nul pour le sel gemme et le quartz dont l'indice est 1,54; il est très-considérable pour le flint-glass, dont l'indice a une valeur de 1,57 et au-dessus.

Dans sa troisième Note, il est vrai, M. Lallemand cherche à expliquer le fait que le quartz ou le sel gemme ne s'illuminent pas d'une manière sensible, en admettant que *le coefficient d'illumination est complémentaire du coefficient de transmission*, et que *l'absorption partielle d'une radiation simple par une épaisseur déterminée d'un milieu, résulte de la propagation latérale du mouvement vibratoire qui lui correspond*. Mais alors ce n'est plus la densité de l'éther, mais bien la nature du corps, d'où dépend cette propagation latérale. Les corps qui s'illuminent jouiraient ainsi d'une propriété spéciale : les radiations absorbées n'y produiraient pas une élévation de température comme c'est habituellement le cas; mais elles

seraient immédiatement réémises sous la forme de rayons visibles. Cette propriété se rapprocherait beaucoup de la fluorescence : elle en différerait seulement par le fait qu'il n'y aurait pas de changement, ou au moins pas de changement notable de réfrangibilité, et par des caractères de polarisation n'existant pas dans la lumière émise par les corps fluorescents ordinaires. — On verra toutefois, plus bas, que M. Lallemand ne renonce pas à admettre une influence directe de la densité de l'éther.

Je désire encore faire ici une réserve : comme l'auteur des Notes reproduites plus haut, j'ai trouvé qu'en opérant sur les corps fluorescents tels que le verre d'urane et différents autres verres, la lumière émise transversalement n'est pas polarisée : mais je ne suis pas certain que l'inverse soit toujours vraie, et que de l'absence de polarisation on puisse légitimement conclure à la fluorescence du milieu transparent.

EXPÉRIENCES.

Je vais maintenant rapporter les expériences que j'ai faites sur ce sujet, et qui me paraissent montrer que l'illumination des corps transparents doit être attribuée à la présence de corpuscules répandus dans le milieu.

1. — Dans cette hypothèse, il est évident que plus un liquide non fluorescent sera dépouillé de particules hétérogènes, moins son pouvoir d'illumination sera considérable, et que si l'on parvient à une élimination complète des particules, un faisceau lumineux ne produira plus de trace visible latéralement.

J'ai fait en ce sens de nombreux essais sur l'eau ; et j'ai constamment trouvé que lorsque ce liquide s'illumine,

il contient manifestement des particules en suspension. Pour les voir, il suffit, en opérant dans une chambre obscure, de faire tomber un faisceau de lumière oxyhydrique, ou mieux de lumière solaire, sur le liquide placé dans un ballon ou un flacon de verre : en donnant à l'eau un léger mouvement giratoire, et en observant à la loupe la trace lumineuse, on voit passer dans le faisceau des particules plus ou moins ténues près de sa sortie du flacon.

Plus ces corpuscules sont rares et difficilement visibles, moins l'éclat de la trace lumineuse est apparent.

L'eau fraîchement distillée, *ordinaire*, c'est-à-dire distillée par *ébullition*, contient des particules nombreuses et relativement assez grossières : elle est même souvent inférieure, sous ce rapport, à l'eau du lac de Genève que l'on a laissé reposer quelques jours après l'avoir recueillie avec soin.

J'ai cherché à obtenir de l'eau plus claire par divers procédés : voici ceux qui m'ont donné les meilleurs résultats.

a) On a commencé par distiller, dans un appareil en verre ou en platine, de l'eau à laquelle on avait ajouté un peu de permanganate de potasse pour détruire toutes les matières organiques. Le liquide ainsi obtenu, que j'appellerai *eau de première distillation*, a été soumis à une seconde distillation dans un alambic en verre, chauffé au bain-marie, en sorte qu'il n'entrait pas en ébullition, mais que la distillation s'effectuait lentement par *évaporation superficielle* : le liquide recueilli était notablement plus clair que l'eau de première distillation. Une troisième distillation au bain-marie a donné une eau que j'appellerai l'eau *a*, dans laquelle la trace lumineuse est faible : en l'observant à la loupe, on y distingue encore un grand nombre de particules très-ténues.

Il est inutile de dire que ces manipulations doivent être faites avec une grande propreté, et en évitant le plus possible la poussière.

b) On a distillé, par évaporation superficielle, de l'eau ordinaire à laquelle on avait ajouté un peu de permanganate de potasse, dans un alambic en platine chauffé au bain-marie. L'eau *b* recueillie, comparée à l'eau *a* donne une trace lumineuse plutôt un peu plus faible : elle contient des particules un peu plus grosses, mais plus rares [1].

c) On a pris de l'eau de première distillation, et on l'a soumise à trois nouvelles distillations consécutives par évaporation superficielle, dans un alambic muni d'un chapiteau en cuivre étamé. Ce chapiteau, dont la forme permet de recueillir tout le liquide qui s'y condense, est disposé de manière à pouvoir être refroidi par un courant d'eau, ce qui accélère beaucoup la distillation. L'eau obtenue, examinée immédiatement après l'opération donnait une trace lumineuse plus visible que celle de l'eau *a* : elle contenait des particules plus grosses, scintillantes et irisées. Mais plusieurs semaines de repos l'ont beaucoup améliorée : elle ne contient plus que de petites particules un peu scintillantes et difficiles à distinguer : son pouvoir d'illumination est notablement plus faible que celui de l'eau *a*.

d) De l'eau de première distillation a été placée dans un alambic en verre, relié par un raccord hermétique

[1] La forme du chapiteau de l'alambic en platine que j'avais à ma disposition se prêtait très-mal à la distillation par évaporation superficielle : l'eau condensée retombait presque entièrement dans la chaudière. L'opération était d'une extrême lenteur, et l'appareil n'étant pas hermétiquement fermé, il était à craindre qu'il ne s'y introduisit de la poussière ; j'ai donc renoncé à faire plusieurs distillations successives.

à un ballon en verre servant de condenseur [1]. On a opéré la distillation par évaporation, en portant l'alambic à une température de 40 à 50° seulement, le ballon étant entouré de glace. Le chapiteau de l'alambic, refroidi au moyen d'eau et de glace contenues dans des sacs en caoutchouc, ne se réchauffe que très-peu au-dessus de la température ambiante. On évite ainsi l'action que l'eau, au moment de sa condensation, exercerait sur le verre si elle était à une température élevée. — La distillation s'effectue très-lentement : il faut plusieurs jours pour obtenir une quantité d'eau suffisante. Immédiatement après sa préparation, le liquide recueilli avait remarquablement peu de pouvoir d'illumination : au bout de quelques jours il a paru se gâter un peu, peut-être parce que le ballon n'était pas bouché à l'émeri. La trace lumineuse est devenue à peu près aussi visible que celle de l'eau *c* ; on y distingue des particules un peu scintillantes, plus grosses que dans l'eau *c*, mais plus rares.

e) On peut aussi obtenir d'assez bons résultats par filtration au travers de substances à pores très-fins. Les filtres en papier ne conviennent pas sous ce rapport. Avec de l'amiante assez tassée pour que la filtration ne s'effectue que lorsqu'on fait le vide au-dessous de l'entonnoir, on obtient de l'eau très-claire : cependant elle contient toujours des particules très-scintillantes, qui sont probablement de petits fragments d'amiante. — J'ai obtenu de meilleurs résultats avec un filtre en terre poreuse. A cet effet, un petit diaphragme de pile voltaïque a été adapté comme un bouchon au col d'un flacon en verre ; un peu

[1] L'appareil avait été construit de manière que l'on pût y faire le vide pour hâter la distillation ; mais j'ai renoncé à ce procédé, car il est très-difficile d'éviter que la rentrée d'air, soit s'il y a des fuites, soit à la fin de l'expérience, n'amène pas des poussières dans le ballon

de mastic rendait le joint hermétique et suffisamment solide. Le flacon portait une seconde tubulure latérale près du fond, par laquelle on introduisait l'eau de première distillation, en tenant le flacon renversé, de manière à le remplir presque complétement. On reliait ensuite la tubulure latérale avec une pompe foulante, puis on comprimait de l'air dans le flacon, de manière à exercer sur l'eau une pression de près d'une atmosphère : la filtration s'effectuait alors lentement. — Le liquide recueilli s'illumine à peu près au même degré que les eaux *a* et *b*. En l'examinant à la loupe, on y voit nager des particules moins fines que celles de l'eau *a* et un peu scintillantes.

f) Un repos prolongé suffit dans certains cas à rendre l'eau beaucoup plus claire. Nous avons déjà vu plus haut que l'eau *c* s'était ainsi beaucoup améliorée. Il en est de même de l'eau du lac de Genève. Ainsi divers flacons ont été directement remplis de cette eau, soit près de Genève, soit devant Évian ou Clarens : le liquide, comparé au bout de peu de jours à l'eau *a*, présentait une infériorité notable : la trace lumineuse y était beaucoup plus marquée, et l'on distinguait de nombreuses particules inégales et facilement visibles. Mais après un repos de plusieurs mois, l'eau du lac s'est considérablement améliorée : elle est devenue très-supérieure à l'eau *a* conservée de la même manière : elle est cependant inférieure à l'eau *c*, dont les particules, quoique un peu plus facilement visibles, sont en moins grand nombre.

Au contraire les eaux *a*, *b*, *e* ne paraissent pas s'être modifiées par le repos.

Il en est à peu près de même pour de l'eau que j'avais obtenue par la fusion de neige fraîchement tombée (28 octobre 1869). Quoique la neige fût très-propre, le li-

quide recueilli était d'abord assez trouble : la trace d'un faisceau lumineux y était très-visible et n'était que partiellement polarisée. Un repos de quelques jours a bien rendu l'eau relativement plus limpide, les phénomènes de polarisation sont devenus complets, mais la clarification a bientôt cessé de progresser. Après trois mois de repos, cette eau a encore un grand pouvoir d'illumination, et il est facile d'y distinguer une multitude de petites particules.

Il est évident que ces différences proviennent de la nature et de la densité des corpuscules en suspension qui influe beaucoup sur la facilité avec laquelle ils se déposent.

J'ajouterai ici, que, dans tous les essais qui ont été mentionnés, l'eau a été examinée dans le vase même où elle avait été recueillie. Le seul fait de transvaser le liquide suffit généralement pour en modifier l'état et pour y introduire des particules ou des poussières.

L'ensemble des expériences rapportées jusqu'ici me paraît prouver : d'une part, qu'il y a une relation incontestable entre le degré auquel l'eau est susceptible de s'illuminer et la quantité de corpuscules qu'elle tient en suspension, et, d'autre part, qu'il est extrêmement difficile d'arriver à purifier entièrement un liquide de manière à lui enlever toutes les particules hétérogènes qu'il peut contenir.

II. — Inversement l'expérience montre que, lorsqu'on augmente beaucoup le nombre des particules en suspension, pourvu qu'elles soient suffisamment ténues, on augmente considérablement le pouvoir d'illumination de l'eau sans modifier les phénomènes de polarisation.

Ainsi, en prenant de l'eau *a* et en la maintenant pen-

dant plusieurs jours à une température voisine de 100 degrés dans un vase en verre (un alambic, par exemple), on obtient après le refroidissement un liquide qui paraît très-limpide à la lumière diffuse du jour. Mais, lorsqu'en opérant dans la chambre obscure, on y fait passer un faisceau lumineux, et qu'on l'examine à la loupe, on y distingue une multitude de particules à peu près de la dimension de celles que contient l'eau *a*, mais beaucoup plus serrées et nombreuses [1]. En même temps, la trace lumineuse a pris un éclat remarquable et incomparablement plus grand que celui de l'eau ordinaire.

Or avec ce liquide, chez lequel il serait difficile de contester que la cause principale de l'illumination soit due à la présence de corpuscules en suspension, on observe tous les phénomènes de polarisation décrits par M. Tyndall et M. Lallemand.

Voici entre autres une expérience assez frappante. On fait passer dans un ballon rempli de cette eau un faisceau lumineux horizontal et polarisé par son passage au travers d'un prisme de Nicol. En regardant la trace à l'œil nu dans une direction horizontale et perpendiculaire au faisceau, et en faisant tourner le Nicol polariseur, on voit, à chaque quart de révolution, apparaître et disparaître la trace conformément à l'expérience de M. Tyndall. Mais si au lieu de regarder à l'œil nu on regarde à travers un second Nicol tourné de manière que la section de ses petites diagonales soit horizontale, la trace n'est jamais visible, quelque position que l'on donne au premier Nicol, ce qui s'accorde tout à fait avec les résultats de M. Lallemand.

De même le faisceau de lumière incident étant toujours

[1] La présence de ces particules doit sans doute être attribuée à l'action connue de l'eau sur le verre

polarisé, par exemple dans un plan horizontal, on reconnaît que, quelle que soit la direction dans laquelle on regarde la trace, la lumière émise est polarisée dans un plan comprenant le rayon visuel et les lignes droites horizontales perpendiculaires au rayon visuel, en d'autres termes dans un plan normal à l'azimut.

Le pouvoir d'illumination de ce liquide est assez considérable pour permettre de faire facilement les expériences suivantes :

On fait arriver un filet de lumière solaire sur un prisme : puis on place le ballon contenant l'eau sur le passage du faisceau de rayons divergents et diversement colorés qui sortent du prisme : la trace lumineuse présente alors toutes les nuances du spectre juxtaposées. On reconnaît que la lumière émise ainsi est encore polarisée, quelle que soit sa réfrangibilité.

Si dans ces conditions on regarde la trace, le rayon visuel étant dirigé parallèlement aux arêtes du prisme, on distingue toutes les couleurs du spectre, comme nous venons de le dire ; mais si le rayon visuel est dirigé perpendiculairement aux arêtes du prisme, alors les différentes couleurs se superposent et la trace paraît blanche. Cette expérience, que l'on peut du reste répéter avec de l'eau contenant des particules quelconques en suspension, donne une démonstration nouvelle et assez élégante de la recomposition de la lumière blanche.

Les résultats auxquels je suis arrivé avec cette eau chargée de particules en suspension par un procédé particulier, s'obtiennent facilement en introduisant dans le liquide d'autres corpuscules.

Si l'on prend de l'eau suffisamment claire, et qu'on y

produise un précipité très-léger, à l'aide de réactifs convenables, on reconnaît que le pouvoir d'illumination augmente considérablement et que la lumière émise transversalement présente les mêmes caractères de polarisation, *pourvu que les particules en suspension soient suffisamment ténues, et qu'elles ne soient pas trop abondantes.* C'est ce que j'ai observé dans un très-grand nombre de cas : par exemple, en versant dans de l'eau ordinaire (eau du lac de Genève) quelques gouttes d'acétate de plomb, d'azotate d'argent, d'encre de Chine délayée, etc., etc.

Il se produit souvent dans ces conditions des phénomènes de coloration remarquables, dont je me réserve de poursuivre l'étude.

Je ne rapporterai pas ici toutes les expériences que j'ai faites jusqu'ici, je me bornerai à en donner une idée, en prenant pour exemple les précipités obtenus avec l'azotate d'argent.

On remplit un ballon d'eau du lac de Genève reposée, dont le pouvoir d'illumination est très-faible : puis avec une tige de verre on y introduit une goutte d'une dissolution étendue d'azotate d'argent. L'eau contenant quelques traces de chlorures, il se forme un précipité, invisible à la lumière diffuse, mais qui, dans la chambre obscure, se manifeste par une augmentation notable dans l'éclat de la trace produite sur le passage d'un faisceau de lumière solaire ou oxyhydrique. Les phénomènes de polarisation sont complets et semblables, à tous égards, à ceux qui ont été rappelés plus haut.

On ajoute une seconde goutte d'azotate d'argent : le pouvoir d'illumination augmente, la trace paraît bleuâtre : sa polarisation est encore complète.

On ajoute encore de l'azotate d'argent : l'eau devient

légèrement louche à la lumière diffuse. Dans la chambre obscure, la trace d'un faisceau de rayons solaires non polarisés devient beaucoup plus visible; elle est colorée en bleu clair. Observée à angle droit avec un prisme de Nicol, on reconnaît que la polarisation n'est plus complète : quand l'analyseur est tourné dans la position de plus grande extinction, la trace est encore visible et elle est alors d'un beau bleu foncé, dont la teinte se rapproche de l'indigo du spectre.—Si l'on polarise le faisceau incident dans un plan horizontal, en regardant à l'œil nu dans une direction horizontale perpendiculaire au faisceau, la trace est très-visible et bleu clair; si, sans changer la position de l'œil, on tourne de 90° le Nicol polariseur de manière que le plan de polarisation de la lumière incidente devienne vertical, l'extinction n'est pas complète, la trace restée visible est d'un beau bleu foncé : examiné avec un second Nicol, on reconnaît, particulièrement quand le précipité est un peu abondant, que le résidu se compose de rayons bleus polarisés dans un plan perpendiculaire au faisceau et d'une petite quantité de lumière jaunâtre non polarisée provenant probablement de réflexions multiples.

En augmentant encore la quantité du précipité, les phénomènes de polarisation s'altèrent de plus en plus, la trace lumineuse, d'un blanc bleuâtre à l'entrée du faisceau, se colore de plus en plus en jaune orangé à mesure qu'elle a traversé une plus grande épaisseur de liquide [1].

Si, après avoir obtenu un très-faible précipité de chlorure d'argent dans l'eau, on expose pendant quelque

[1] On remarquera l'analogie que présente l'ensemble des observations précédentes avec celles que M. Tyndall a faites sur les gaz contenant des substances à l'état de nuage. Voyez *Archives*, 1869, tome XXXIV, p. 162.

temps le ballon à la lumière solaire, la nature du précipité se modifie complétement : le liquide perd sa légère teinte bleuâtre, il prend une couleur lie de vin, et devient moins transparent ; en même temps la trace lumineuse n'est presque plus polarisée.

En opérant avec du quartz, j'ai observé, comme M. Lallemand, qu'un faisceau lumineux ne produit pas d'illumination lors de son passage à travers certains échantillons parfaitement purs. Cependant, en opérant sur un échantillon, qui paraît très-limpide à la lumière diffuse, mais qui présente de nombreux petits défauts de cristallisation, j'ai obtenu une trace bien visible en y faisant passer un faisceau lumineux dans la chambre obscure. Or cette trace, dont l'origine réside incontestablement dans un défaut d'homogénéité de la masse transparente, présente les phénomènes de polarisation déjà si souvent mentionnés [1].

La conséquence de ces faits me paraît être qu'il faut bien renoncer à considérer les phénomènes d'illumination comme inconciliables avec l'hypothèse qui les attribue à des particules très-ténues répandues dans le corps transparent.

ESSAI DE THÉORIE.

Je ne crois pas du reste qu'il soit impossible d'arriver dans cette hypothèse à l'explication des faits observés. Je vais exposer quelques idées sur ce sujet, sans me dissimuler toutes les lacunes et les points obscurs que présente cet essai de théorie.

[1] La forme de cet échantillon n'est pas aussi favorable à l'observation qu'on pourrait le désirer. J'espère pouvoir l'étudier plus tard d'une manière plus complète.

I. — Une première hypothèse consisterait à admettre que le mouvement vibratoire de l'éther se communique à ces particules très-petites qui se trouvent sur le passage du faisceau lumineux, à peu près de la même manière que les vibrations sonores de l'air se communiquent à d'autres corps, tels que des cordes ou des membranes. — Les corpuscules deviendraient ainsi des centres d'ébranlement envoyant dans toutes les directions des vibrations de même nature que celles qui forment le faisceau lumineux : en particulier si celui-ci est polarisé, les ondes émises par les particules seraient formées de vibrations rectilignes, parallèles aux vibrations incidentes. L'explication du phénomène serait ainsi la même que celle donnée par M. Lallemand, sauf en ce qui concerne l'origine même de ces ondes.

Je me borne à indiquer cette première hypothèse : elle n'est appuyée jusqu'ici par aucune preuve expérimentale, ni même par aucune analogie avec d'autres phénomènes lumineux : il est donc inutile de chercher à la discuter maintenant.

II. — Une seconde explication consisterait à admettre qu'il se produit un phénomène de diffraction analogue à celui des réseaux. Divisons, par la pensée, le milieu diaphane en tranches perpendiculaires au faisceau lumineux: dans chacune de ces tranches se trouvent des particules qui doivent agir comme une poussière très-fine, déposée sur une lame transparente : c'est-à-dire qu'une partie de la lumière cesse de se propager en ligne droite, et se dissémine dans des directions diverses. Les vibrations produisant cette lumière disséminée conservent la forme et la direction des vibrations du faisceau éclairant : par conséquent, si celui-ci est polarisé, la lumière disséminée

sera composée de vibrations rectilignes et parallèles à celles du faisceau.

Je suis disposé à croire que cette diffraction s'effectue réellement et contribue à la production des phénomènes observés, particulièrement dans les directions qui s'écartent peu de la direction même du faisceau éclairant. Mais en tout cas, les particules en question doivent aussi réfléchir de la lumière, et cet effet me paraît devoir prédominer sur celui qui vient d'être indiqué.

III. — Occupons-nous donc de la lumière réfléchie. Soit un corps *abcd* (fig. 1) exposé à un faisceau de rayons pa-

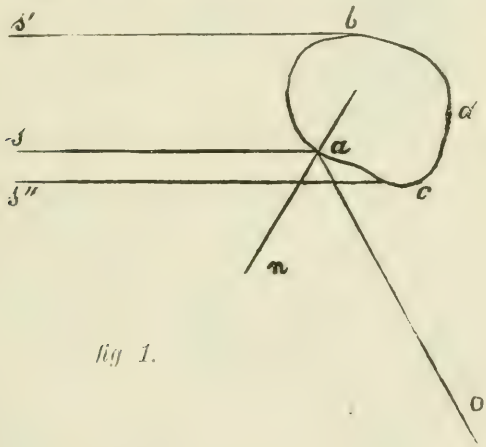


fig 1.

rallèles *s'b, sa, s''c.* — Supposons l'œil de l'observateur placé dans une position quelconque *o*, et regardant le corps *abcd.*

Pour abréger, appelons *angle de vision* l'angle *oas*, formé par le rayon visuel et le faisceau incident. Appelons *plan de vision* le plan *oas* comprenant le faisceau éclairant et le rayon visuel.

Si le corps *abcd* a des dimensions considérables

comparativement aux longueurs d'ondulation de la lumière, d'après les lois ordinaires de la réflexion, l'œil, dans la position *o*, ne recevra que les rayons réfléchis par un point *a* tel que la normale *an* à la surface du corps en ce point soit située dans le plan de vision et que l'angle d'incidence *san* soit égal à l'angle de réflexion *nao*. Généralement, la lumière réfléchie sera partiellement polarisée, et si l'œil est dans une positon *o*, telle que l'angle de vision soit le double de l'angle de polarisation, le rayon *ao* sera totalement polarisé, le plan de polarisation coïncidant avec le plan de vision.

Mais on sait que si les surfaces réfléchissantes ne sont pas très-grandes, comparativement aux longueurs d'ondulation de la lumière, les lois ordinaires de la réflexion ne sont plus applicables, et que chaque point de la surface réfléchissante peut alors être considéré comme un centre d'ébranlement, à partir duquel se propagent réellement les ondes; ou, en d'autres termes, qu'il n'y a plus annulation par interférence du mouvement de l'éther, dans toutes les directions autres que celle suivie par le rayon réfléchi dans le cas ordinaire de la réflexion : c'est ce qui résulte des raisonnements et des expériences de Fresnel. — Si donc le corps *abcd* est très-petit et de dimensions comparables aux longueurs d'ondulation, l'œil recevra des rayons réfléchis plus ou moins intenses, partant de tous les points de la *surface éclairée* du corps. Ainsi, par exemple, l'angle de vision étant double de l'angle de polarisation, l'œil ne reçoit plus seulement de la lumière, totalement polarisée dans le plan de vision, réfléchie par le point *a*, mais aussi de la lumière non polarisée ou seulement partiellement polarisée, émise par les autres points de la surface qu'éclaire le faisceau inci-

dent. Il n'y a donc plus de raison pour que le maximum de polarisation se manifeste lorsque l'angle de vision est le double de l'angle de polarisation.

Il est clair que ce raisonnement s'applique à tous les corpuscules qui sont éclairés par le faisceau lumineux : ainsi se trouve écartée une première difficulté.

IV. — Supposons maintenant que le faisceau lumineux *sa. s'c* (fig. 2) soit polarisé dans un plan horizontal per-

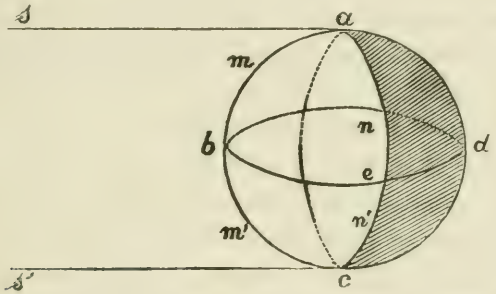


fig. 2.

pendiculaire au plan de la figure : il éclaire des particules très-petites que nous supposerons d'abord sphériques. Examinons ce qui se passe pour une de ces particules *abcd*. Le plan de polarisation étant horizontal, nous admettrons que les vibrations incidentes de l'éther sont rectilignes et verticales, par conséquent parallèles au plan de la figure. Ces vibrations seront réfléchies par chaque point de la surface éclairée de la sphère, et comme les dimensions de cette sphère sont très-petites, chaque point deviendra un centre d'ébranlement ou d'ondes. Les vibrations réfléchies, formant le système d'ondes partant de l'un des points de la surface sphérique, seront rectilignes et leur direction sera donnée par les lois de la réflexion de la lumière polarisée[1].

[1] On voit que je suppose que la *direction des vibrations réfléchies*

Chaque vibration réfléchie peut être considérée comme résultant de trois vibrations composantes, l'une verticale, la seconde horizontale et parallèle au faisceau lumineux, la troisième horizontale et perpendiculaire au faisceau.

Supposons l'œil placé dans le plan horizontal passant par le centre de la sphère. On ne voit aucune raison pour que les composantes verticales des différentes ondes réfléchies ne parviennent pas à l'œil, qui reçoit ainsi, de ce chef, de la lumière polarisée dans un plan horizontal, et provenant en plus ou moins grande quantité de tous les points éclairés des corpuscules réfléchissants.

Passons aux composantes horizontales parallèles au faisceau. Considérons, par exemple, le point m (situé sur le grand cercle vertical de la sphère parallèle au faisceau, la normale, en ce point, faisant un angle de 45° avec la direction du faisceau). Les vibrations verticales incidentes donnent lieu en ce point à des ondes réfléchies formées entièrement de vibrations horizontales et parallèles au faisceau (c'est-à-dire que les autres composantes sont nulles pour ce point). Ces vibrations se propagent dans toutes les directions, et par conséquent dans la direction de l'œil placé dans le plan horizontal passant par le centre de la sphère. Mais, d'autre part, le point m', symétrique du point m, donne également lieu à des ondes d'égale intensité, formées de vibrations horizontales, parallèles au faisceau; seulement il y aura une différence de phase d'une demi-longueur d'ondulation entre les ondes

dans ces conditions est la même que celle admise par Fresnel dans le cas de la réflexion sur de grandes surfaces. C'est là une hypothèse dont on pourrait contester la rigueur pour certains cas; mais je crois que lors même qu'on devrait la modifier, cela ne changerait rien à la plus grande partie des considérations qui vont être exposées.

provenant du point m et celles qui proviennent du point m'. En effet, l'onde incidente, formée de vibrations verticales, atteint, dans la même phase, les points m et m' : donc, si les molécules d'éther, dans la vibration incidente, s'approchent de la surface réfléchissante en m, elles s'éloignent en même temps de cette surface en m' ; par suite le mouvement sera de droite à gauche dans la vibration réfléchie par le point m, tandis qu'il sera de gauche à droite dans la vibration réfléchie par le point m'. Les ondes réfléchies seront donc en discordance de phase et s'annuleront sur tous les points situés à égale distance de m et de m', c'est-à-dire pour tous les points du plan horizontal passant par le centre de la sphère. Ainsi l'œil, placé dans ce plan, ne recevra aucun effet de ces vibrations horizontales provenant de m et de m'. Pour d'autres points symétriques, il en sera de même (sauf que ce ne sera pas à la totalité de la vibration réfléchie, mais seulement à la composante horizontale parallèle au faisceau que s'appliquera ce raisonnement). En somme, les composantes horizontales parallèles au faisceau provenant de la partie éclairée de la sphère située au-dessus du plan de vision, s'annuleront par interférence avec les mêmes composantes provenant de la partie de la sphère située au-dessous du plan de vision.

Quant aux troisièmes composantes, horizontales et perpendiculaires au faisceau lumineux, il en est de même que pour les secondes composantes : elles s'annuleront par interférence. Ainsi l'effet produit par le point n sera annulé par celui du point symétrique n', pour l'œil placé dans le plan horizontal passant par le centre de la sphère.

En résumé, l'œil, dans la position indiquée, ne reçoit

que de la lumière formée par les premières composantes, c'est-à-dire composée de vibrations verticales : en d'autres termes, la lumière est polarisée dans un plan horizontal.

Il est facile de comprendre que si les corpuscules sphériques sont suffisamment petits, cette annulation par interférence se produira même en dehors du plan horizontal passant par le centre de la sphère, pourvu que l'on ne s'en éloigne pas trop. Ainsi, lorsque le plan de vision coïncide avec le plan de polarisation du faisceau lumineux (que je suppose mince), tous les corpuscules éclairés n'enverront à l'œil que de la lumière composée de vibrations verticales. — C'est ce qui est confirmé par l'expérience.

V. — Supposant toujours les corpuscules sphériques, examinons ce qui se passe quand le faisceau lumineux horizontal est polarisé dans un plan vertical, c'est-à-dire lorsque les vibrations de la lumière incidente sont horizontales.

Les premières composantes, verticales, de la lumière réfléchie s'annuleront par interférence, pour l'œil placé dans le plan horizontal passant par le centre de la sphère: en effet, prenons deux points symétriques n et n': les vibrations incidentes horizontales donneront lieu à des vibrations réfléchies verticales (ou au moins à des composantes verticales): mais l'inclinaison de la surface réfléchissante, par rapport aux vibrations horizontales, étant en sens contraire pour les points n et n', le mouvement réfléchi doit aussi avoir lieu en sens contraire.

Les secondes composantes horizontales et parallèles au faisceau pourront parvenir à l'œil ; il n'y a aucune raison pour qu'elles interfèrent. Seulement l'intensité de la lumière due à ces composantes doit être très-faible, comme nous le verrons plus bas.

Les troisièmes composantes horizontales perpendiculaires au faisceau ne s'annuleront pas non plus.

Ainsi l'œil, placé dans le plan horizontal passant par le centre de la sphère, recevra de la lumière des deuxièmes et troisièmes composantes. Si l'angle de vision est de 90°, les troisièmes composantes ne produiront aucun effet sur l'œil, puisqu'elles agissent longitudinalement. Donc l'œil, dans cette position, ne recevra d'impression que des composantes horizontales parallèles au faisceau qui, comme nous l'avons déjà dit, sont très-faibles, le plus souvent insensibles.

On tire facilement de là l'explication de l'expérience que M. Stokes avait suggérée à M. Tyndall [1].

Si l'angle de vision est plus grand ou plus petit que 90°, l'œil recevra l'effet combiné des deuxièmes et troisièmes composantes dont les dernières prédominent de beaucoup. Mais la direction des vibrations résultantes sera toujours parallèle au plan horizontal passant par le faisceau incident. — Ce résultat est encore complétement conforme à l'expérience.

VI. — Si le faisceau éclairant est polarisé dans un plan quelconque, on trouvera ce qui se passe en décomposant les vibrations incidentes en composantes verticales et horizontales. Ainsi, par exemple, si l'angle de vision est de 90°, on trouvera que les composantes incidentes verticales donneront lieu à des composantes réfléchies verticales également, tandis que les composantes incidentes hori-

[1] J'ajoute à l'appui de cette explication qu'en opérant avec une lumière intense, en concentrant le faisceau avec une lentille convergente à long foyer, j'ai toujours observé que l'extinction n'était pas complète. Dans ce cas, le résidu, dû aux secondes composantes, serait encore sensible.

zontales ne produiront pas d'effet sensible; la lumière reçue par l'œil sera donc polarisée dans le plan de vision que nous supposons toujours horizontal.

Si le faisceau éclairant est formé de lumière naturelle, on le considérera comme composé de deux faisceaux lumineux polarisés à angle droit, l'un dans le plan de vision horizontal, l'autre dans un plan perpendiculaire. — Ainsi, avec la lumière neutre, on a le maximum de polarisation lorsque l'angle de vision est de 90°, parce que, dans cette position, l'œil reçoit des composantes verticales en grand nombre, tandis que du fait des composantes horizontales, il ne reçoit d'impression que des secondes composantes des vibrations réfléchies provenant du faisceau polarisé perpendiculairement au plan de vision; or, comme nous l'avons dit, et comme on le verra bientôt, ces composantes sont très-faibles.

Si l'angle de vision s'écarte de 90°, alors les composantes horizontales perpendiculaires au faisceau, provenant du faisceau polarisé perpendiculairement au plan de vision, commencent à agir, et la polarisation cesse d'être au maximum.

VII. — J'ai toujours supposé jusqu'ici que les corpuscules étaient sphériques. Est-ce là une condition indispensable à l'interprétation que je viens de donner des phénomènes d'illumination? Je ne le pense pas. En effet, d'une part, quelle que soit la forme des particules, la surface en est toujours fermée, et les phénomènes d'interférences que j'ai signalés comme contribuant à la netteté des effets observés, se produisent toujours partiellement. D'autre part, on n'a pas à considérer une seule particule. Dans une tranche perpendiculaire au faisceau lumineux, il s'en trouve un très-grand nombre; il doit donc, en gé-

néral, se trouver dans cette tranche autant de surfaces dans une certaine position que dans la position symétrique. Ces surfaces symétriques produiront les interférences aussi bien que si elles appartenaient à la même particule.

VIII. — Revenons au cas des particules sphériques, en supposant que le plan de vision soit toujours horizontal et que le faisceau éclairant soit formé de lumière naturelle, c'est-à-dire de deux faisceaux polarisés à angle droit, l'un dans le plan horizontal, l'autre dans le plan vertical. Examinons pourquoi, dans la lumière réfléchie, les composantes parallèles au faisceau sont très-faibles comparativement aux composantes verticales.

D'abord, quand même la sphère aurait un pouvoir réfléchissant absolu, il y aurait une prédominance notable des composantes verticales. En effet, sur le grand cercle vertical *a e c* (fig. 2), le faisceau polarisé, dans un plan horizontal, donnera lieu à des composantes verticales réfléchies sur tous les points, sauf les deux points situés à 45° de *e*. Au contraire, le faisceau polarisé dans le plan vertical ne donnera lieu sur aucun point de ce grand cercle à des composantes parallèles au faisceau. — Il en est de même pour le grand cercle *a b c*. — Pour le grand cercle horizontal *b e*, le premier faisceau donnera lieu partout à des composantes verticales seulement, tandis que le second faisceau ne donnera point de composantes parallèles à lui-même en *b*, point non plus en *e*, il n'en donnera qu'entre ces deux points. — On reconnaît ainsi, à première vue, que dans le cas d'un pouvoir réfléchissant absolu, il doit y avoir prépondérance des composantes verticales réfléchies. Il serait facile du reste de le montrer par le calcul.

Mais il y a plus, cette prépondérance des composantes

verticales sera beaucoup augmentée par le fait que le pouvoir réfléchissant de la sphère n'est pas absolu. Ainsi sur le grand cercle horizontal be (qui dans le cas d'un pouvoir réfléchissant absolu donnerait le plus de composantes parallèles au faisceau), l'intensité des composantes verticales sera minimum en b, où elle aura une valeur proportionnelle à $\left(\frac{n+1}{n+1}\right)^2$, n étant l'indice de réfraction des corpuscules relativement au milieu transparent: à partir de b, cette intensité ira constamment en croissant jusqu'en e où elle a une valeur proportionnelle à 1. Au contraire, l'intensité des composantes parallalèles au faisceau sera nulle en b, nulle de nouveau au point pour lequel l'angle d'incidence est égal à l'angle de polarisation, nulle encore pour le point e. Passant trois fois par zéro, l'intensité de ces composantes ne doit être nulle part considérable entre b et e, etc.

IX. — Le calcul exact de ces intensités est très-compliqué. A ma prière, M. Cellérier a eu l'extrême obligeance de l'effectuer ; je lui en exprime ici mes remerciements.

Voici, en peu de mots, les résultats auxquels il est parvenu :

Supposons un faisceau polarisé tombant sur une sphère de rayons r : nommons I l'intensité totale du filet lumineux qui vient la rencontrer, ce qui revient à dire que l'intensité par unité de surface est $\frac{I}{\pi r^2}$. On demande les sommes x, y, z des intensités des faisceaux réfléchis par la partie éclairée de la sphère, et polarisés de manière que leurs vibrations soient, pour x parallèles au faisceau incident, pour y perpendiculaires au faisceau mais

parallèles au plan de polarisation, et pour z perpendiculaires au plan de polarisation [1].

Partons des hypothèses suivantes :

1° L'intensité totale de la lumière réfléchie par un élément de la surface est donnée par la formule de Fresnel,

$$\left(\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i}-\cos i}{\sqrt{n^2-\sin^2 i}+\cos i}\right)^2 \cos^2 a+\left(\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i}-n^2\cos i}{\sqrt{n^2-\sin^2 i}+n^2\cos i}\right)^2 \sin^2 a$$

où n désigne l'indice de réfraction relatif;

i l'angle d'incidence pour l'élément que l'on considère :

a l'angle formé par le plan de polarisation du rayon incident avec le plan d'incidence.

2° La direction d'une vibration réfléchie par cet élément est déterminée par la condition d'être perpendiculaire à la direction du rayon qui serait réfléchi suivant les lois ordinaires de la réflexion, et par la formule de Fresnel :

$$\operatorname{tang} a' = \frac{\cos(i+i')}{\cos(i-i')} \operatorname{tang} a$$

où a' est l'angle formé par le plan de polarisation du rayon réfléchi avec le plan d'incidence, et i' désigne l'angle de réfraction, de sorte que $\sin i' = \frac{1}{n} \sin i$.

Le calcul conduit aux résultats suivants en simplifiant autant que possible la partie algébrique des intégrales :

$$16y = \frac{16n^4(3n^2-1)(n^2-1)}{(n^2+1)^5} l\left[\frac{n(n+1)}{n-1}\right] - n^2(n^2-1) l\left[\frac{n+1}{n-1}\right]$$
$$+\frac{8n^4(n^2-3)(n^2-2n-1)}{(n^2+1)^4} - \frac{4n^2(n+1)^3}{3(n^2+1)^2} + 2n^3 - \frac{4}{3}$$

[1] On voit que z se rapporte à ce que nous avons appelé plus haut les premières composantes, le faisceau et son plan de polarisation étant horizontaux : y se rapporte aux troisièmes composantes, et x se rapporte aux deuxièmes composantes, quel que soit le plan de polarisation du faisceau horizontal.

$$4(z-3y)=-\frac{16\,n^4}{(n^2+1)^2(n^2-1)}\,l\left[\frac{n(n+1)}{n-1}\right]-\frac{n^2(n^2+1)(n^2-3)}{n^2-1}\,l\left[\frac{n+1}{n-1}\right]$$

$$-\frac{4(n-1)(n^2+1)}{3(n+1)^2}+\frac{(n^2-1)^2(n+1)}{n^2+1}+(n^2+1)(n-1)+2n$$

$$4(x+y+z)=\frac{32\,n^4(n^4+1)}{(n^2+1)^3(n^2-1)^2}\,l\left[\frac{n(n+1)}{n-1}\right]-\frac{4n^2(n^2+1)}{(n^2-1)^2}\,l\left[\frac{n+1}{n-1}\right]$$

$$-\frac{8\,n^3(n^2+12\,n-1)}{(n^2+1)^2(n^2-1)}+\frac{8\,n^2}{3(n+1)^2}+\frac{4}{3}$$

En effectuant le calcul numérique pour 10 valeurs de n, M. Cellérier est arrivé aux chiffres ci-dessous :

n	x	y	z
1,04	0,000524	0,000199	0,010640
1,07	0,001042	0,000532	0,017028
1,1	0,001476	0,000970	0,022713
1,125	0,001787	0,001396	0,027078
1,15	0,002077	0,001863	0,031179
1,2	0,0026	0,0029	0,0388
1,3	0,0035	0,0052	0,0524
1,4	0,0045	0,0077	0,0646
1,5	0,0059	0,0102	0,0757
1,7	0,0090	0,0153	0,0960

On voit que la prépondérance de z sur x est considérable, surtout pour les petites valeurs de n. Pour des valeurs de plus en plus petites de l'indice de réfraction, le rapport $\frac{z}{x}$ croîtrait indéfiniment, z et x prenant chacun des valeurs absolues de plus en plus petites. C'est ce que l'on reconnaît par une transformation de formules.

Les calculs précédents donnent bien, dans les hypothèses qui ont été prises pour base, la somme des intensités des différentes composantes dans toutes les directions. Pour obtenir ces intensités dans une direction détermi-

née, il faudrait connaître la loi suivant laquelle s'effectue la réflexion sur des surfaces très-petites. Nous avons dit que, dans ce cas, chaque point de la surface devenait un centre d'ébranlement à partir duquel les vibrations réfléchies se propagent dans toutes les directions. Mais avec quelle intensité relative ? C'est là un point très-important que nous avons laissé de côté. Il paraît peu probable que ces vibrations se propagent avec la même intensité dans toutes les directions : il est plus naturel d'admettre que l'intensité est maximum dans la direction que prendrait le rayon réfléchi suivant les lois ordinaires, et qu'elle va en décroissant à mesure que l'on s'éloigne de cette direction.

Du reste, cet essai de théorie présente beaucoup d'autres lacunes : il n'y a pas été traité des effets que peuvent avoir les réflexions multiples, la réflexion totale si les corpuscules sont moins réfrangibles que le milieu, la réfraction par ces corpuscules, etc. Toutefois, malgré ces imperfections, il m'a paru que les idées énoncées ci-dessus pouvaient avoir quelque intérêt.

J'ai communiqué à l'Académie de Paris une partie des résultats qui ont été rapportés dans les pages précédentes [1]. M. Lallemand a répondu à ma communication par une nouvelle Note que je vais reproduire.

IVme NOTE DE M. LALLEMAND.

Observations sur la communication de M. Soret, relative à l'illumination des corps transparents [2].

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 6 décem-

[1] Voyez *Comptes rendus*, 20 décembre 1869, tome LXIX, p. 1294.

[2] *Comptes rendus*, 20 décembre 1869, tome LXIX, p. 1294. Le texte

bre, M. Soret a conclu, de ses expériences sur l'eau distillée, que l'illumination des liquides par un rayon polarisé pourrait être attribuée à la réflexion des particules étrangères que tous les liquides tiennent inévitablement en suspension, et en même temps, sans formuler aucune objection [1], il met en doute l'explication que j'ai donnée du phénomène. Pour justifier plus complétement mes conclusions, l'Académie me permettra d'entrer dans de nouveaux détails.

« L'expérience fondamentale sur laquelle je m'appuie consiste à illuminer par un faisceau cylindrique, polarisé horizontalement, une sphère transparente dont la fluorescence soit presque nulle. On constate alors que, suivant un rayon quelconque de la sphère, il y a illumination, et que la lumière émise, variable d'intensité, est toujours complétement polarisée dans un plan normal à l'azimut qui contient le rayon émergent, c'est-à-dire que le plan de polarisation est essentiellement variable, et non pas invariable comme le suppose M. Soret, en me citant inexactement [2]. Il n'y a d'exception que pour le rayon vertical, suivant lequel on ne distingue aucune illumination appréciable, sauf un peu de lu-

publié par les *Comptes rendus* contient plusieurs fautes d'impression évidentes ; je me suis permis d'en corriger quelques-unes ; d'autres seront indiquées en note. L. S.

[1] Ma communication à l'Académie ne contenait pas en effet les objections théoriques que me paraît soulever l'hypothèse de M. Lallemand, et que j'ai brièvement indiquée plus haut. L. S.

[2] Dans ma communication à l'Académie j'avais cité la phrase suivante de la deuxième Note de M. Lallemand : « Ces variations d'inten-« sité et cette direction *variable* du plan de polarisation de la lumière « émise sont inconciliables avec l'hypothèse d'une réflexion particu-« laire, etc. » Au lieu du mot « variable, » j'avais écrit « invariable. » Cette erreur de copie n'avait pas, je crois, une grande importance ; en effet, je constatais plus loin que j'étais d'accord avec M. Lallemand sur les résultats, et cela ne pouvait évidemment pas vouloir dire que j'avais trouvé le plan de polarisation *invariable*, puisque cela est mathématiquement impossible pour des rayons ayant une direction quelconque dans l'espace. L. S.

mière fluorescente neutre à l'analyseur. Or, en admettant l'hypothèse de Fresnel et la propagation directe du mouvement vibratoire dans l'éther condensé du milieu refringent, on démontre aisément que l'intensité de la lumière émise suivant un rayon faisant un angle α avec sa projection horizontale, et contenu dans un azimut incliné d'un angle ω sur le plan normal au filet lumineux, s'exprime par la formule

$$\frac{k\cos^2\alpha}{\sqrt{1-\cos^2\alpha\cos^2\omega}},$$

dans laquelle k représente un coefficient variable avec le corps soumis à l'expérience [1]. Au lieu de viser dans une direction inclinée à l'horizon, on peut maintenir le rayon visuel horizontal et tourner le polariseur d'un angle variable α; dans ce cas, l'intensité de la lumière émise se représente par la formule

$$\frac{k(1-\cos^2\omega\sin^2\alpha)}{\cos\omega}.$$

« Sans entrer dans des détails d'expérimentation qui ne sauraient trouver place dans cette Note, je me borne à constater que de nombreux essais photométriques, exécutés dans les conditions les plus variées, ont vérifié ces formules avec toute la précision que comporte la méthode d'Arago, employée déjà avec tant de succès et au moyen d'appareils divers, par MM. Jamin et Edmond Becquerel. Si l'illumination latérale était le résultat d'une réflexion sur des particules très-ténues, on serait conduit à cette conséquence singulière, que l'intensité du rayon réfléchi serait normale [2] sous toutes les incidences, depuis l'incidence normale jusqu'à l'incidence rasante.

« J'ai fait remarquer d'ailleurs, dans ma première Note, la difficulté qu'on éprouve à purifier les liquides, et c'est là ce

[1] Je pense qu'il y a une faute d'impression dans cette formule, et qu'il faut $\sin^2\omega$ au lieu de $\cos^2\omega$ sous le radical au dénominateur. L. S.

[2] Il faut sans doute lire *égale* au lieu de *normale*. L. S.

qui rend très-délicate l'expérience avec l'eau, dont le coefficient d'illumination est très-faible. Il existe pourtant des liquides très-mobiles, qu'on peut obtenir presque entièrement dépouillés de corpuscules étrangers. Je signalerai en particulier à M. Soret l'essence de pétrole, qui, convenablement purifiée par l'acide sulfurique, donne à la distillation fractionnée tous les hydrocarbures saturés, depuis l'hydrure d'amyle jusqu'à l'hydrure de décyle. Tous ces hydrures, préparés dans les mêmes conditions, s'illuminent avec d'autant plus d'intensité que leur densité est plus grande et leur indice de réfraction plus élevé : ce qui montre bien l'influence de la densité de l'éther sur le coefficient d'illumination, si l'on admet, avec Fresnel, que cette densité est proportionnelle au carré de l'indice de réfraction. Le sulfure de carbone est au nombre des liquides qu'on peut obtenir, par la distillation et le repos, dans un état de pureté parfaite. Il s'illumine aussi avec une grande énergie dans le plan de polarisation : mais la lumière fluorescente qu'on observe dans une direction perpendiculaire a elle-même une grande intensité, et représente les 0,6 de l'illumination totale. En le saturant de phosphore, on obtient une solution qui, décantée dans une atmosphère d'acide carbonique, est parfaitement limpide, d'une très-grande réfrangibilité, et dont l'illumination latérale est bien supérieure à celle du sulfure de carbone, tandis que la fluorescence n'a pas augmenté, ce qui prouve encore l'influence de la réfrangibilité sur le coefficient d'illumination.

« D'un autre côté, comment est-il possible d'invoquer la réflexion particulaire, quand on opère avec des corps solides parfaitement homogènes, tels que le crown et le flint employés par les opticiens. J'ai soumis à l'expérience des prismes de crown à base de potasse, d'origines diverses. L'un d'eux, de fabrication ancienne, s'illuminait faiblement, et sa fluorescence était à peine sensible : bien que légèrement strié, il se comportait comme de l'alcool rectifié, tandis que des prismes et des cylindres de crown d'une densité un peu

plus forte, d'une transparence et d'une pureté parfaites, que M. Duboscq a bien voulu préparer pour l'objet spécial de mes recherches, s'illuminent avec beaucoup plus d'intensité, en même temps que leur fluorescence est très-énergique. Lorsque le faisceau lumineux est réfléchi par un miroir métallique, polarisé par un prisme Foucault (et non pas avec un Nicol dont les deux moitiés sont réunies à l'aide d'un baume fluorescent et doué de pouvoir rotatoire), et qu'il est rendu convergent avec une lentille de quartz taillé parallèlement à l'axe optique, les premières couches du prisme se colorent en bleu intense, comme le ferait une solution de sulfate de quinine ou d'esculine. Le flint est quelquefois aussi fluorescent que le crown, mais son illumination dans le plan de polarisation est toujours bien plus intense, et croît avec sa densité et sa réfrangibilité. Que M. Soret mette en œuvre un de ces prismes de flint lourd, dont on fait usage dans les expériences diamagnétiques, et il constatera que dans le plan de polarisation l'éclat est d'une vivacité extrême, tandis que dans la direction normale à ce plan on observe qu'une lumière neutre, très-faible d'intensité, d'un rouge brique, qui, par l'interposition d'une lame de quartz normale à l'axe, prend aussitôt avec éclat la nuance que donne l'image éteinte de l'analyseur bi-réfringent placé sur le prolongement du faisceau. C'est là surtout la confirmation la plus complète des épreuves photométriques que j'ai rapportées plus haut.

Je n'insiste pas davantage sur un sujet que j'aurai occasion de traiter plus longuement dans un Mémoire spécial, et je maintiens dans toute leur rigueur les conséquences théoriques que j'ai déduites de mes expériences : en ce qui concerne d'ailleurs la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans un rayon polarisé, elles ne font que confirmer, aussi directement que possible, les conclusions auxquelles on était déjà conduit par les expérences photométriques de M. Jamin, qui vérifient avec tant de précision les formules de Cauchy, sur l'intensité de la lumière réfléchie et réfractée.

Je ne répondrai que très-brièvement à cette dernière Note de M. Lallemand. Il me semble soulever trois objections principales contre la manière de voir que j'ai soutenue.

1° La première est tirée d'observations photométriques qui l'ont amené à conclure que si l'illumination était due à une réflexion sur des particules très-tenues, on serait conduit à cette conséquence que l'intensité du rayon réfléchi serait égale sous toutes les incidences.

Je n'ai point vérifié ces mesures photométriques et je n'élève aucun doute sur leur exactitude. Elles seraient sans doute incompatibles avec les lois ordinaires de la réflexion sur de grandes surfaces; mais comme nous l'avons dit, ces lois ne sont pas applicables à des particules très-petites, et l'on entrevoit plusieurs causes qui doivent agir en sens opposé sur l'intensité de la lumière renvoyée par ces particules dans des directions diverses. Il ne me semble donc pas que l'on puisse tirer de là un argument ayant une grande valeur.

2° M. Lallemand indique plusieurs cas où il a reconnu que l'augmentation de la réfrangibilité du milieu transparent entraînait une augmentation du pouvoir d'illumination: il en conclut à l'influence de la densité de l'éther.

Mais on peut très-bien concevoir que la réfrangibilité du milieu ait une action sur l'intensité de la réflexion particulaire. Si tout ou partie des corpuscules étrangers ont un indice de réfraction plus faible que le milieu, plus celui-ci sera réfringent, plus sera considérable la proportion de lumière renvoyée, particulièrement par réflexion totale.

En outre, le plus souvent l'augmentation de réfrangibilité est accompagnée d'une augmentation de densité, en sorte que dans les liquides les particules ont plus de

tendance à rester en suspension et se déposent avec moins de facilité [1].

3° Enfin M. Lallemand ne peut admettre que des corps solides, comme les verres employés par les opticiens, ne soient pas parfaitement homogènes. Mais pourquoi ? Ces substances se préparent par fusion : pourquoi le verre fondu qui est toujours un peu visqueux, que l'on ne peut purifier ni par filtration ni par distillation, ne serait-il pas apte comme les autres liquides à tenir des particules en suspension ? Je suis plutôt surpris que l'on arrive à en dépouiller aussi bien ces corps, et je ne puis me l'expliquer que parce qu'à la haute température nécessaire à la fusion du verre, les matières organiques sont détruites, et que d'autre part les substances minérales doivent pour la plupart se transformer en silicates qui se fondent et se mélangent avec la masse.

[1] Dans une Note insérée très-récemment dans les *Comptes rendus* (31 janvier 1870), M. Lallemand annonce le fait très-remarquable que la lumière peut transformer le soufre octaédrique dissous dans le sulfure de carbone en soufre insoluble, qui trouble la solution sur le passage du faisceau lumineux. Il indique également que le phosphore en dissolution dans le sulfure de carbone donne lieu à un phénomène analogue. N'est-ce peut-être pas là une des raisons du grand pouvoir d'illumination de cette dernière dissolution ?

SUR LA POLARISATION

ET

LA COULEUR BLEUE DE LA LUMIÈRE

RÉFLÉCHIE PAR L'EAU OU PAR L'AIR

PAR

M. LE PROFESSEUR ED. HAGENBACH.

Les intéressantes recherches de M. Soret sur la polarisation de la lumière bleue des lacs, lesquelles ont été exécutées sur l'eau du lac de Genève, m'ont donné l'idée de faire des expériences du même genre dans le courant de l'été dernier sur le lac de Lucerne. L'appareil dont je me suis servi pour ces observations était tout à fait semblable à celui de M. Soret. Les expériences furent exécutées le 11, le 12 et le 13 août près de Lucerne. Je m'avançai dans le lac avec un petit bateau jusqu'à ce que je fusse arrivé à un point où l'on ne vît plus le fond.

Le 11 août l'eau était agitée et le ciel couvert, il ne fut pas possible de reconnaître une polarisation bien définie. Le 12 et le 13 août, l'eau était un peu plus calme et le ciel presque entièrement découvert. Aussitôt que le soleil apparut, l'on vit très-nettement la polarisation décrite par M. Soret. Quant aux variations que subissait le degré de la polarisation avec la direction, le meilleur moyen que j'avais de les constater était de plonger la lunette obliquement dans l'eau du côté du soleil, puis de faire tourner lentement le bateau de 180°. La polarisation passait de la sorte de son maximum à 0. Lorsque l'on faisait

ensuite décrire au bateau un nouvel angle de 180 degrés de manière à le ramener dans sa position première, la polarisation revenait graduellement à son maximum. En regardant perpendiculairement à la surface de l'eau, je n'ai jamais observé la moindre polarisation.

Dans tous les cas, le plan de polarisation passait par le soleil. En ne plongeant qu'à moitié la plaque de verre qui remplace l'objectif de la lunette, l'on observe en même temps la polarisation de la lumière réfléchie par la surface de l'eau et celle de la lumière qui provient de l'intérieur; dans ces conditions l'expérience montre que les deux faisceaux lumineux sont soumis aux mêmes lois pour ce qui concerne soit la direction du plan de polarisation, soit la variation du degré de polarisation avec la direction.

M. Soret admet que la polarisation de la lumière qui sort de l'eau est produite par la réflexion à la surface de petites particules en suspension dans l'eau. Sans vouloir précisément contester cette manière de voir, je crois cependant que la polarisation pourrait provenir également d'une autre cause, savoir: simplement la réflexion par l'eau elle-même. Il est évident que l'eau d'un lac, surtout lorsque le soleil darde ses rayons sur elle, ne peut point présenter une masse homogène, mais qu'elle se compose, par suite des variations de température auxquelles elle est soumise, de couches de densités différentes.

Par ce fait, il doit se produire des réflexions intérieures, et la lumière réfléchie sera polarisée dans le plan de réflexion: le fait que le faisceau venant de l'intérieur se comporte exactement de la même manière que le faisceau réfléchi par la surface de l'eau, parle en faveur de ma

manière de voir. Il est bien possible que les deux modes de réflexions, celle qui se produirait à la surface des corpuscules en suspension, et celle qui se produirait à la limite des couches successives de densités différentes, agissent simultanément pour produire la polarisation.

J'ai fait encore quelques recherches sur la polarisation de la lumière réfléchie par les couches d'air qui séparent l'observateur d'un objet éloigné tel qu'une montagne. J'ai reconnu que l'on a toujours dans ce cas une polarisation très-marquée, pourvu que l'on vise sur un fond obscur (bois, rocher de couleur foncée, nuage sombre, et que la couche d'air intermédiaire ne soit pas trop petite. Lorsque celle-ci est de quelques milliers de pieds, l'on obtient ordinairement déjà une polarisation sensible. L'intensité de cette polarisation paraît dépendre, comme c'est le cas de la lumière bleue du ciel, de l'angle que font les rayons arrivant à l'œil avec la lumière solaire incidente. Lorsque des objets éloignés sont rendus indistincts par l'effet de la lumière réfléchie des couches d'air intermédiaires, l'on peut, à l'aide d'un prisme de Nicol disposé convenablement, rendre ces objets beaucoup plus distincts en se débarrassant d'une portion de rayons réfléchis par l'air. Cette action du Nicol se produit aussi bien lorsqu'on opère à l'œil nu que lorsque l'on emploie une lunette, et il y a avantage pour observer un objet terrestre éloigné, lorsque le soleil luit, à employer un objectif muni d'un Nicol.

En terminant, je me permets d'exposer une idée sur la polarisation et la lumière bleue de l'air. La lumière qui nous arrive de tous les points de l'atmosphère est considérée habituellement comme réfléchie par les corpuscules liquides ou solides suspendus dans l'air. Quand

même il est hors de doute que ces particules influent notablement sur la transparence, la couleur et la polarisation, l'on doit aussi attribuer un rôle important, dans la production de ces phénomènes, à la lumière qui est réfléchie partout où des couches d'air de densité différente sont en contact. L'atmosphère ne peut absolument pas être considérée comme un milieu de densité uniforme, tandis qu'il se produit dans son intérieur un mélange incessant de courants d'air qui présentent de grandes difficultés de température et d'humidité. Cette inégale densité de l'air se manifeste clairement dans l'action que l'atmosphère exerce sur un rayon de lumière qui la traverse. C'est là en effet ce qui produit le tremblement des objets éloignés. Cette inégalité de l'atmosphère doit aussi nécessairement produire des réflexions intérieures, souvent renouvelées sur le parcours d'un même rayon : et puisque d'après des expériences récentes la réfraction même chez les gaz est accompagnée de dispersion, il devra se faire dans ces réflexions, si elles se répètent assez fréquemment, que pour la lumière réfléchie ce seront les rayons bleus, pour la lumière transmise les rayons rouges qui l'emporteront sur tous les autres. Il est donc très-possible que la couleur bleue du ciel, la polarisation de la lumière bleue du ciel, et la couleur rouge du ciel après le coucher du soleil, doivent trouver, au moins en partie, leur interprétation dans la considération de ces réflexions atmosphériques.

La lumière qui provient des couches d'air interposées entre notre œil et des objets éloignés, et qui rend la vue de ces objets indistincte, doit être en partie du moins réfléchie par l'air lui-même. Dès lors la clarté et la transparence de l'atmosphère ne dépendraient pas seulement

de la quantité des particules solides ou liquides qui s'y trouvent en suspension, mais aussi, et d'une manière notable, du degré d'homogénéité de la masse d'air qui la constitue.

OBSERVATIONS SUR LA NOTE PRÉCÉDENTE

Par M. J.-L. SORET.

La Note que l'on vient de lire est fort intéressante, et l'influence que la réflexion sur des couches d'inégale densité peut exercer sur la polarisation de la lumière de l'eau, mérite certainement d'être étudiée. Toutefois, je ne pense pas que ce soit là la cause principale du phénomène.

Prenons un tube de verre de 1^m environ de longueur et de quelques centimètres de diamètre, fermé à ses deux extrémités par des lames de verre. Remplissons ce tube d'eau du lac de Genève, par exemple, et plaçons-le au soleil dans une position horizontale de manière que son axe soit perpendiculaire aux rayons solaires. Disposons un écran noir derrière l'une des lames de verre qui ferment le tube et regardons par l'autre extrémité. Si l'eau n'avait point de pouvoir d'illumination ou si les rayons du soleil étaient interceptés, la partie de l'écran visible au travers de l'eau paraîtrait noire. Mais dans la position indiquée, au lieu du noir on observe une teinte gris-bleuâtre, et si l'on regarde au travers d'un analyseur, on reconnaît nettement que cette lumière émise latéralement est polarisée dans un plan parallèle aux rayons solaires. Ici il

ne me semble pas possible d'attribuer l'illumination et la polarisation à des réflexions sur des couches d'inégale densité.

Ainsi une épaisseur d'eau d'un mètre suffit à mettre en évidence le phénomène ordinaire de l'illumination de l'eau et de la polarisation, sans qu'il soit nécessaire d'opérer dans la chambre obscure. *A fortiori*, le même phénomène doit-il se manifester quand on opère sur le lac même, c'est-à-dire sur une couche d'eau d'une épaisseur bien plus grande. L'illumination est donc une cause suffisante pour expliquer la polarisation de la lumière de l'eau.

Si les réflexions contribuent aussi, dans certains cas, à la production du phénomène, je pense que leur influence doit être beaucoup moins importante en raison de la petite proportion de lumière réfléchie par des couches de densité peu différente, de l'action opposée que doit exercer la polarisation par réfraction, etc. — J'aurai probablement l'occasion de revenir plus tard sur ce sujet.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Action du magnétisme sur les gaz.

M. Jamin a présenté, dans la séance du 3 janvier de l'Académie des Sciences [1] un travail de M. Trève relatif à l'action du magnétisme sur les gaz fait dans le beau laboratoire de la Sorbonne placé sous l'habile direction de M. Jamin lui-même. M. Trève a étudié cette action, soit sur les auréoles lumineuses qui entourent les électrodes, soit sur le jet lumineux qui se manifeste dans la partie étranglée des tubes de Geissler. Il a trouvé qu'avec l'hydrogène le beau rouge qui se montre dans la partie capillaire, soit étranglée, du tube, disparaît par l'action de l'aimant pour faire place à une lumière toute blanche, que le spectre de cette partie devient plus lumineux et s'enrichit particulièrement dans le bleu et le violet. Avec l'oxygène le blanc laiteux de la partie capillaire devient rouge sous l'influence du magnétisme. Avec l'azote la partie capillaire, d'un bleu très-pâle, prend une teinte bleuâtre très-foncée sous cette même influence. Avec l'acide carbonique le blanc brillant de la partie capillaire devient d'un bleu foncé. Avec un tube de fluorure de silicium, la partie capillaire devient de bleuâtre bleue violacée, et le spectre est complétement modifié. Avec le brome et le chlore, le magnétisme produit quelques modifications dans la nuance lumineuse de la partie étranglée du tube, et le spectre éprouve aussi quelques changements.

M. Trève remarque que Plucker avait déjà observé des changements de coloration dans les gaz des tubes de Geissler

[1] Voyez *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 3 janvier 1870, tome LXX, p. 36.

soumis à l'action magnétique, et il annonce qu'il se propose de poursuivre ses recherches.

Je m'étais également occupé, il y a quelques années, de l'action du magnétisme sur les gaz raréfiés traversés par des décharges électriques, et j'avais communiqué un extrait de mon travail à l'Académie des Sciences [1]. Ce travail a paru en entier dans les *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* (tome XVII, 1re partie, p. 86). Ce n'était pas dans un tube capillaire que se propageait le jet électrique sur lequel j'étudiais l'action de l'aimant, mais bien dans des tubes de diamètres plus ou moins considérables.

J'avais constaté l'action de l'aimant, soit sur les auréoles lumineuses qui entourent les deux électrodes, comme l'a fait M. Trève qui a confirmé ainsi complétement mes résultats, soit sur les différentes parties du jet. J'avais étudié sur divers gaz raréfiés l'augmentation de résistance à la propagation de l'électricité qui résulte de l'influence du magnétisme, j'avais observé que la partie obscure du jet, voisine de l'électrode négative, devient lumineuse sous cette influence. Ces différents effets m'avaient paru tenir essentiellement à ce que l'action du magnétisme, qui agit par répulsion ou attraction sur les courants électriques transmis par les gaz raréfiés, détermine une condensation des filets gazeux, d'où résulte une plus grande résistance, et par conséquent une lumière plus intense et une température plus élevée.

Je suis convaincu que les effets observés par M. Trève tiennent en grande partie à cette cause, et qu'en particulier les changements de couleur et les altérations dans les spectres des jets électriques lumineux sont dus à l'augmentation de densité accompagnée nécessairement de l'accroissement de température qui en résulte. Les effets, comme je l'ai observé, varient avec la nature des gaz soumis à l'expérience, mais sont pour tous de même nature. Il ne faut donc pas

[1] Voyez *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. LVI (1863), p. 674.

voir dans les expériences de M. Trève un effet de l'action de l'aimant sur les gaz eux-mêmes, mais bien le résultat de l'action de l'aimant sur les courants électriques transmis par les gaz, ce qui est bien différent, et rentre dans les lois de l'électro-dynamique.

Je vois que dans la séance du 31 janvier, M. Daniel, professeur à l'École centrale, a fait à l'Académie des Sciences une communication de laquelle il résulte que le magnétisme augmente la résistance du milieu dans lequel on fait passer le courant. C'est exactement ce que j'avais trouvé et publié en 1863. Du reste je ne tarderai pas à entreprendre de nouvelles recherches sur ce sujet intéressant.

A. DE LA RIVE.

M.-F. HUGUENY. SUR LE COUP DE FOUDRE DE L'ILE DU RHIN, PRÈS STRASBOURG. (Extrait du tome VI des *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Strasbourg.*)

Un caporal et deux soldats d'un régiment d'infanterie faisant partie du poste français du pont de Kehl, étaient assis, le 13 juillet 1869, sur un banc placé sous un marronnier, entre le bâtiment de la douane et le Rhin, lorsqu'un orage sans pluie venant du sud-ouest, vers six heures et demie du soir, s'annonça par quelques éclairs et par des roulements de tonnerre assez faibles. A sept heures et sept minutes, un bruit formidable se fit entendre, et les trois militaires tombèrent foudroyés. Parmi les spectateurs, les uns supposèrent que la foudre était tombée directement des nuages sur le marronnier, ou, selon une autre version, qu'elle avait frappé l'un des paratonnerres de la douane, et s'était portée du conducteur jusqu'au marronnier. La première de ces explications paraissant, eu égard à l'état des lieux, en contradiction avec tous les faits d'électricité connus, et la seconde supposant, ce qui était très-peu probable, que le conducteur de la douane n'était pas en communication avec le sol, l'auteur,

sans se dissimuler la difficulté de sa tâche, entreprit de chercher la solution du problème dans les déclarations des témoins de l'accident. Après un enquête longue et rigoureuse, portant : 1° Sur l'état de l'atmosphère la veille et le lendemain de l'accident. 2° Sur toutes les circonstances qui ont caractérisé l'orage du 13 juillet, et sur la direction qu'il a suivi. 3° Sur la disposition des lieux et un examen attentif des paratonnerres de la douane. 4° Sur les déclarations des spectateurs, témoins de l'accident. 5° Enfin, sur l'autopsie des cadavres des deux malheureux qui ont succombé, l'auteur est arrivé au conclusions suivantes :

1. Un éclair de *première classe*, consistant, suivant la définition d'Arago, « en un trait ou sillon de lumière très-resserré, très-mince, très-arrêté sur ses bords, » a frappé, le 13 juillet 1869, à sept heures sept minutes du soir, un peuplier d'Italie, situé près de la maison blanche dans l'île du Rhin.

2. De ce peuplier, ou de son voisinage, est parti au même instant un éclair de troisième classe, ayant la forme d'un globe de feu, de la grandeur d'un boulet de 12, lequel, passant devant le bâtiment de la douane, est venu éclater sur le marronnier sous lequel étaient assis les soldats foudroyés.

3. La matière électrique est descendue le long du tronc de cet arbre, en séchant les feuilles sur son passage. S'il s'en est écoulé par le tronc, celui-ci n'en a pas souffert.

4. A $2^{m}.30$ du sol, au bas des feuilles, la matière électrique s'est divisée. Une partie s'est rendue dans le sol le long du tronc dont elle a noirci le pied : une seconde partie, se portant vers un banc placé à la droite du marronnier, s'est dirigée vers la partie antérieure et métallique des shakos des deux soldats assis sur ce banc. Elle s'est ensuite bifurquée : une fraction est descendue entre eux en donnant lieu à des lésions diverses à la gauche du premier et à la droite du second, et est sortie par le pied gauche du premier, par le pied droit du second, et par la pointe du fourreau de sabre du

premier. L'autre fraction a été frapper, en traversant à gauche, la visière en cuire du shako du second et le fourreau de sabre qu'il portait, d'où elle a passé à travers l'air sur la cuisse droite du troisième, et, de là, par les lombes et par le pubis, sur le fourreau, rejoignant le sol par le pied gauche et peut-être par la pointe du fourreau.

5. La vitesse moyenne de l'éclair globulaire, entre le peuplier de la maison Blanche et le marronnier, a été approximativement égale à $571^{m},4$ par seconde.

6. Cet éclair a passé à travers les arbres de l'île du Rhin, sans en être arrêté.

7. Il a passé devant le conducteur des paratonnerres du bâtiment de la douane, sans se diriger vers lui.

8. Il a passé devant les fusils qui étaient au ratelier du corps de garde, sans que sa direction ait été sensiblement modifiée.

9. Des trois militaires foudroyés, deux atteints à la tête sont morts ; le premier sur le coup, le second après dix minutes environ : le troisième, qui n'a été atteint que dans la partie inférieure du corps, à partir des lombes et du pubis, a survécu.

10. Le troisième militaire, après avoir été renversé comme ses deux camarades, est resté sans connaissance pendant quelques secondes, et a déclaré ensuite n'avoir ni vu l'éclair ni entendu le tonnerre.

11. Les cheveux et les poils des sourcils, des cils et de la moustache des deux premiers soldats ont été partiellement brûlés : la peau a été brûlée chez tous les trois, les brûlures étant de forme variée. Celles de la face, qui sont ponctuées, méritent d'être signalées.

12. Aucune lésion du système nerveux n'a été constatée dans l'autopsie des deux soldats qui ont succombé.

13. Les trois soldats atteints présentaient une lésion du scrotum.

14. Leurs vêtements ont été le siége d'actions mécaniques

et physiques. Le drap, la toile ou la crétonne ont été roussis par places, et, dans certains endroits, percés d'un trou rond. Le cuir de deux shakos et d'un porte-sabre ont présenté des trous qui rappellent ceux de l'expérience du perce-carte. Le cuir de certains souliers a été déchiré et paraît avoir été roussi.

15. Les pièces métalliques présentent des traces de fusion plus ou moins étendues. Les plus remarquables sont celles du fourreau du sabre du soldat qui était appuyé contre le marronnier.

16. Des modifications curieuses du magnétisme primitif des fourreaux de sabre ont été la conséquence de l'explosion du globe fulminant. L'un d'eux a reçu une aimantation transversale : un autre a eu ses pôles renversés : ils ont tous perdu leur force coercitive dans les parties de la surface où l'acier a été fondu

---

J.-C. Poggendorff. Ueber elektrische Spitzenwirkung. Du pouvoir électrique des pointes. (*Monatsberichte der Kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, juillet 1869, p. 590.)

Dans une note insérée sous ce titre aux comptes rendus mensuels de l'Académie de Berlin, M. Poggendorff cherche à établir un certain nombre de cas d'exception à ce fait généralement admis, à savoir que la décharge électrique entre deux conducteurs, ou entre les deux électrodes d'une bouteille de Leyde, ne peut point s'accomplir sous forme d'étincelle, mais seulement sous forme d'aigrette, lorsque ces électrodes se terminent l'une ou l'autre, et surtout toutes deux, en pointe.

Il trouve d'abord que cette décharge se fait bien réellement sous forme d'étincelle compacte, lorsque l'on approche brusquement d'un bouton relié à l'armature intérieure une pointe formant le prolongement de l'armature extérieure

d'une bouteille de Leyde chargée par une machine de Holtz. Cette expérience réussit surtout lorsque le bouton forme électrode négative: dans le cas contraire, l'on n'arrive pas toujours à obtenir une étincelle.

De plus, entre deux électrodes en forme de pointe, ayant entre elles un écart suffisant, de 15^{mm} par exemple, l'on n'a, suivant la règle admise, aucune étincelle, et il semble qu'en les rapprochant l'on dût diminuer la résistance, et par conséquent s'écarter de plus en plus des conditions dans lesquelles une étincelle est possible. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu, et, en rapprochant les deux pointes, l'on obtient entre elles deux une décharge sous forme de petites étincelles très-rapprochées et assez semblables à de faibles étincelles d'induction.

D'autre part, il semble aussi qu'en remplaçant l'une des deux pointes par une boule [1], l'on devrait augmenter la tension électrique, et par conséquent la force des étincelles. Or, l'auteur a trouvé, tout au contraire, que les étincelles étaient sensiblement diminuées par la substitution d'une boule à l'une des deux pointes.

M. Poggendorff obtient un autre cas d'exception en ménageant une seconde interruption dans le circuit qui relie les deux électrodes de la bouteille de Leyde. Il place à cet effet entre les deux électrodes, dont l'une se termine en pointe ou en cône creux, l'autre en boule, un conducteur sphérique en laiton porté sur un pied isolant, et traversé, suivant son diamètre horizontal, par une tige aux deux extrémités de laquelle on peut fixer, à volonté, une pointe ou une petite boule (24^{mm} de diamètre). Supposons d'abord que de l'un des côtés de cet appareil l'on ait deux pointes en face l'une de l'autre, et de l'autre côté deux boules. Lorsque ces deux dernières se touchent, l'on a entre les deux poin-

[1] M. Poggendorff employait à cet effet des boules de 14^{mm} de diamètre.

tes les petites étincelles dont nous avons déjà parlé plus haut. Ensuite, à mesure que l'on écarte les boules, les étincelles augmentent graduellement en intensité, jusqu'à ce que l'on ait atteint, en les éloignant ainsi, un écart d'un pouce environ. A partir de là, les étincelles commencent à diminuer, et sont accompagnées de décharges sous forme d'aigrette. Il vient même un moment où, en écartant toujours plus les deux boules, il ne se produit plus du tout d'étincelles. Avec des boules plus grandes, il faut un écart plus considérable pour reproduire les mêmes effets. Dans tous les cas, la forme qu'affecte la décharge est exactement la même dans les deux interruptions du circuit.

Ayant de cette façon augmenté la tension électrique du circuit et la charge de la bouteille de Leyde, l'on peut écarter notablement les deux pointes, et obtenir entre elles de très-fortes étincelles. La nature de la décharge dépend évidemment de la grandeur relative, aussi bien que de la grandeur absolue de ces deux colonnes d'air. Mais le phénomène ne change point suivant que les deux boules sont du côté de l'électrode positive ou de l'électrode négative. Si l'on retourne de 180° le conducteur auxiliaire de façon à avoir à chacune des deux interruptions une pointe en face d'une boule, l'on n'obtient aucune étincelle.

Ces faits sont intéressants; mais il ne nous semble pas que l'on puisse y voir précisément une exception à ce que l'on appelle le pouvoir des pointes. Dans la combinaison de M. Poggendorff, en effet, les deux pointes ne jouent plus qu'un rôle secondaire. C'est la résistance que les deux électricités contraires éprouvent à se combiner entre les deux boules qui détermine la tension du circuit, par conséquent la nature de la décharge et la force des étincelles. L'auteur dit lui-même qu'il ne peut point se produire d'étincelle entre deux pointes, si l'on n'annule pas l'effet produit par cette forme spéciale d'électrode, à l'aide d'une disposition particulière qui augmente la tension dans le circuit, ou qui rem-

place la décharge continue telle qu'elle se produit généralement entre deux pointes par une décharge brusque.

M. Poggendorff indique d'autres procédés à l'aide desquels on obtient le même effet. C'est, par exemple, d'interposer devant une pointe formant électrode une surface isolante, telle qu'une feuille de caoutchouc durci que l'on retire ensuite subitement. L'auteur a obtenu de la sorte, avec une pointe servant d'électrode positive, des étincelles qui allaient jusqu'à trois pouces et au delà. Il suffit même de disposer la feuille de caoutchouc devant la pointe, de telle sorte que, d'un côté, elle ne dépasse que d'un ou deux pouces la ligne droite joignant les deux électrodes; et alors, sans qu'il soit nécessaire de la déplacer, on obtient des étincelles qui jaillissent à intervalles, plus ou moins rapprochés, sur le rebord de la feuille.

Ces différentes dispositions reviennent toutes à peu près au même : on peut évidemment les varier de quantités de manières différentes. E. S.

E.-H. Vierth. Ueber die Schwingungen, etc. Vibrations des lames d'air comparées a celles des plaques solides. (*Poggend. Annalen*, tome CXXXVIII, p. 560.)

Nous avons donné dans un de nos précédents numéros [1] une analyse du travail de M. Kundt sur les vibrations des lames d'air, étudiées à l'aide de nouvelles figures acoustiques. L'auteur de la note, dont nous rendons compte ici, avait entrepris de son côté l'étude de ce sujet. Son procédé, pour mettre une lame d'air en vibration, est plus simple que celui qu'avait employé M. Kundt. Il consiste à faire vibrer à l'aide d'un archet la plaque qui limite la lame d'air à sa partie supérieure, et qui devra communiquer ensuite à cette couche d'air le mouvement oscillatoire dont elle est elle-même ani-

[1] *Archives des Sc. phys. et natur.*, 1869, tome XXXVI, p. 271.

mée. La figure acoustique qui se produit alors sur la plaque inférieure met en évidence la nature des mouvements vibratoires de la lame qui correspondent dans chaque cas spécial à un mode de vibration particulier de la plaque. La possibilité de faire cette étude comparative est un nouvel avantage de la méthode de M. Vierth sur celle de M. Kundt; de plus cette méthode n'exige point d'appareil spécial comme cela avait lieu pour l'autre.

La disposition de l'expérience peut varier; il s'agit simplement de poser une plaque solide, métallique ou autre, sur une table, ou un support quelconque, de placer au centre de cette plaque une petite rondelle de liége, enfin sur celle-ci une seconde plaque qui sera maintenue à l'aide d'une vis qui la presse sur la rondelle. Pour faire en sorte que les deux plaques demeurent exactement parallèles, on peut disposer entre elles deux d'autres calles en liége que l'on aura soin de mettre aux points où devront se trouver les nœuds de la plaque vibrante. L'intervalle entre ces deux plaques devra être d'environ 1^{mm}. L'on saupoudre la plaque inférieure de sablon blanc très-fin, la plaque supérieure de sable. Puis l'on met la plaque supérieure en vibration, de manière à produire sur elle l'une quelconque des figures de Chladni: en même temps il se forme sur la plaque inférieure une figure tout autre, traduisant exactement les mouvements vibratoires que la plaque imprime à l'air enfermé au-dessous d'elle. Cette expérience consiste donc au fond à produire sur deux plaques différentes, 1° la figure acoustique proprement dite de Chladni; 2° celle qui est formée parfois à côté de la première par les poussières fines mélangées au sable, figure que ce physicien avait cru composée de nodales secondaires et que Faraday avait reconnu résulter des mouvements vibratoires des couches d'air superposées [1].

[1] *Annales de chimie et de phys.*, 2me série, tome XLIX, p. 46.

L'on reconnaît de la sorte, en variant de différentes manières le mode de vibration de la plaque supérieure, qu'à des centres de vibration de la plaque correspondent toujours dans la lame d'air des nœuds simples ou de première classe de Kundt, tandis que l'intersection de deux lignes nodales de la plaque a toujours comme correspondant dans la lame d'air un nœud double.

Lorsque le son rendu par la plaque est clair et net, que de plus la figure de Chladni ne se compose pas d'un système de lignes trop compliqué, la figure produite par les vibrations de la lame d'air atteint elle-même une netteté et une régularité parfaite qui n'est altérée que sur les bords par l'influence de l'air extérieur à laquelle on peut parer en disposant tout le tour de la lame une petite paroi en papier.

Une augmentation de l'écartement des deux plaques fait varier la figure acoustique en ce sens que les différentes parties de la plaque ne vibrant pas avec une égale force, suivant le côté attaqué par l'archet, l'impulsion des unes ne se fait pas sentir aussi loin que celle des autres, et alors la régularité et la symétrie de la figure disparaissent.

Enfin, ayant étudié l'influence de la hauteur du son sur la forme des figures acoustiques des lames d'air, M. Vierth a été conduit à formuler la loi suivante :

Les intervalles qui séparent les stries de deux figures acoustiques produites par une lame d'air sous l'action d'une plaque vibrante rendant successivement deux sons différents sont inversément proportionnels aux racines carrées des nombres de vibrations de cette plaque dans les deux cas.

E. S.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1870.

Le 4, 5, 6 et 7, brouillard épais tout le jour, dépôt de givre.
8, couronne lunaire dans la soirée.
9, id. id. et faible halo lunaire.
10, belle couronne lunaire.
11, forte gelée blanche le matin.
12, faible chute de neige dans la matinée, hauteur 2mm.
15, couronne lunaire dans la soirée.
17, forte bise depuis 10 heures du matin.
18, 19, forte bise tout le jour.
25, id.
27, id.
31, forte gelée blanche.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. soir	732,24
11 à 6 h. soir	730,43
17 à 6 h. soir	733,69
21 à 10 h. soir	728,90
24 à 10 h. soir	728,08
26 à 10 h. matin	729,30
30 à 10 h. matin	734,12

MINIMUM.	mm
Le 2 à 6 h. matin	722,43
10 à 2 h. après-midi	722,03
14 à 8 h. soir	725,71
19 à 6 h. soir	725,92
23 à 2 h. après-midi	725,19
25 à 2 h. après-midi	724,94
27 à 4 h. après-midi	724,40
31 à 4 h. après-midi	729,18

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction normale	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent domi-nant	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Luminosité à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm.
1	723,18	— 4,70	+ 1,06	+1,42	— 4,4	+ 4,3	4,29	+0,26	849	21	730	920	0,2	2	S. 1	0,99	—	—	99
2	723,15	— 4,73	+ 1,40	+1,79	0,0	+ 3,7	4,60	+0,57	914	+ 44	830	930	...	...	variable	0,99	5,8	+ 0,3	98
3	727,35	— 0,52	+ 3,15	+3,57	+ 0,9	+ 9,8	5,27	+1,24	917	+ 46	740	990	1,3	4	SSO. 1	0,78	6,0	+ 0,6	98
4	731,15	+ 3,28	— 0,97	— 0,53	— 1,9	+ 2,3	4,31	+0,27	1000	+129	1000	1000	...	...	variable	1,00	5,8	+ 0,4	96
5	730,79	+ 2,93	— 2,07	—1,61	— 3,0	— 0,6	3,99	—0,05	1000	+129	1000	1000	...	...	E. 1	1,00	5,7	+ 0,4	95
6	728,79	+ 0,93	— 0,57	—0,09	— 1,7	+ 0,4	4,47	+0,43	1000	+129	1000	1000	0,9	2	S. 1	1,00	5,6	+ 0,3	94
7	727,39	— 0,46	+ 6,58	+7,08	0,0	+10,5	5,75	+1,76	773	— 98	660	870	1,5	5	SSO. 1	0,93	5,7	+ 0,5	94
8	725,53	— 2,32	+ 9,08	+9,60	+ 6,1	+13,1	6,27	+2,22	749	—122	620	820	1,2	3	SSO. 1	0,74	5,9	+ 0,7	94
9	723,77	— 4,07	+ 8,29	+8,82	+ 7,3	+10,8	5,31	+1,25	688	—183	470	720	0,6	1	SSO. 2	0,96	—	—	95
10	722,60	— 5,24	+ 4,86	+5,39	+ 3,2	+ 8,7	4,66	+0,59	756	—115	580	820	.	.	SSO. 1	0,73	5,8	+ 0,7	94
11	727,92	+ 0,09	+ 1,72	+2,25	— 1,8	+ 5,3	4,02	—0,06	778	— 92	620	990	..	.	S. 1	0,39	5,9	+ 0,8	92
12	729,62	+ 1,79	+ 2,29	+2,82	— 0,5	+ 6,1	4,13	+0,04	778	— 92	540	1000	3,8	7	SSO. 1	0,94	5,8	+ 0,8	88
13	727,71	— 0,12	+ 2,12	+2,64	+ 0,8	+ 4,1	3,94	—0,16	749	—121	580	880	..	...	SO. 1	0,78	5,7	+ 0,7	90
14	727,34	— 0,48	+ 4,87	+5,38	+ 0,5	+ 9,1	5,03	+0,92	774	— 96	610	880	...	.	SO. 1	0,86	5,8	+ 0,8	87
15	729,42	+ 1,60	+ 6,18	+6,68	+ 3,4	+10,4	4,92	+0,80	721	—149	460	870	2,8	4	SSO. 1	0,48	5,9	+ 1,0	91
16	731,25	+ 3,44	— 3,67	+4,15	+ 1,6	+ 6,5	5,55	+1,42	944	+ 75	820	1000	3,5	5	N. 1	0,83	—	—	92
17	733,40	+ 5,60	+ 2,65	+3,11	+ 1,0	+ 4,9	3,85	—0,29	711	—157	510	1000	...	..	NNE. 2	0,33	5,9	+ 1,0	94
18	731,02	+ 3,24	+ 0,76	+1,20	+ 0,1	+ 2,5	3,63	—0,52	764	—103	620	830	.	...	NNE. 3	0,47	4,3	— 0,6	97
19	726,41	— 1,34	— 1,18	—0,76	— 3,0	+ 1,0	3,43	0,73	836	— 30	780	870	.	..	NNE. 3	0,99	4,1	— 0,7	99
20	726,46	— 1,25	— 3,21	—2,82	— 4,0	— 2,3	2,73	—1,44	769	— 96	720	770	...	...	NNE. 1	1,00	3,6	— 1,2	89
21	727,65	— 0,02	— 2,90	—2,54	— 3,9	— 1,0	3,07	—1,10	841	— 23	760	910	...	..	NE. 1	0,86	4,6	— 0,2	87
22	727,27	— 0,36	— 3,57	—3,25	— 4,5	— 1,6	2,92	—1,26	848	— 15	770	900	..	...	NE. 2	0,51	4,0	0,8	87
23	725,68	— 1,90	— 4,76	—4,48	— 5,0	— 3,4	2,61	—1,57	835	— 27	770	890	.	..	NNE. 2	1,00	—	—	86
24	727,50	— 0,04	— 3,84	—3,60	— 5,0	— 2,9	2,61	—1,58	779	— 82	670	910	.	...	NNE. 1	1,00	3,7	— 1,0	86
25	726,05	— 1,45	— 3,53	—3,34	— 4,5	— 1,6	2,75	—1,45	801	— 59	680	870	..	.	NNE. 3	0,72	2,8	— 1,9	93
26	728,40	+ 0,94	— 4,72	—4,58	— 6,7	— 1,4	2,28	—1,92	726	—133	530	900	.	.	NNE. 2	0,55	2,9	— 1,8	86
27	725,33	— 2,09	— 4,18	—4,09	—10,4	+ 0,2	2,64	—1,57	769	— 89	580	970	.	..	NNE. 2	0,25	3,9	— 0,8	86
28	729,73	+ 2,35	— 4,28	—4,24	— 8,2	— 1,0	2,57	—1,65	799	— 58	660	980	...	.	variable	0,38	4,2	— 0,5	82
29	732,08	+ 4,72	— 6,09	—6,11	11,5	— 0,5	2,72	—1,50	913	+ 57	750	1000	...	...	SSO. 1	0,18	3,6	1,1	82
30	733,34	+ 6,02	— 4,40	4,48	— 10,4	+ 3,5	2,98	—1,25	886	+ 31	580	1000	...	...	S. 1	0,27	—	—	84
31	730,14	+ 2,86	— 3,14	3,28	— 9,4	+ 2,9	3,02	—1,22	846	— 38	610	1000	...	...	SSO. 1	0,10	4,8	+ 0,4	80

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1870.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,26	726,47	726,84	726,41	726,11	726,05	726,22	726,49	726,58
2e »	728,77	729,06	729,44	729,02	728,79	728,96	729,11	729,05	729,27
3e »	728,62	728,79	729,07	728,63	727,90	727,84	728,20	728,68	728,94
Mois	727,91	728,13	728,47	728,04	727,61	727,63	727,86	728,09	728,28
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2,11	+ 2,39	+ 3,33	+ 4,61	+ 5,11	+ 4,37	+ 3,45	+ 3,00	+ 2,88
2e »	+ 1,11	+ 0,73	+ 2,25	+ 3,43	+ 4,01	+ 3,47	+ 2,43	+ 2,04	+ 1,28
3e »	— 6,52	— 6,09	— 4,18	— 2,56	— 1,32	— 1,45	— 2,55	— 3,76	— 4,72
Mois	— 1,28	— 1,15	+ 0,32	+ 1,69	+ 2,47	+ 2,01	+ 0,99	+ 0,29	— 0,33
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1er décade	4,74	4,64	4,69	5,04	5,17	5,16	5,00	4,95	4,88
2e »	4,41	4,22	4,13	4,22	4,06	4,09	4,08	4,05	4,07
3e »	2,54	2,55	2,71	2,78	2,92	3,01	2,92	2,80	2,69
Mois	3,85	3,76	3,81	3,97	4,01	4,05	3,96	3,89	3,84
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	888	860	824	802	792	828	856	875	872
2e »	873	861	763	720	665	690	733	750	802
3e »	912	882	808	730	697	731	769	813	848
Mois	892	868	799	750	717	749	785	813	841

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 0,65	+ 6,30	0,91	5,78	5,7	95,7
2e »	— 0,19	+ 4,76	0,71	5,22	10,1	91,9
3e »	— 7,23	— 0,62	0,51	3,83	0,0	85,1
Mois	— 2,42	+ 3,35	0,70	4,92	15,8	90,7

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,60 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 25°,8 E., et son intensité est égale à 29,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1870.

Le 2,	brouillard	la plus grande partie de la journée.
9,	id.	une partie de la journée.
10,	id.	depuis 8 h. du matin.
11,	id.	depuis 8 h. du matin à 6 h. du soir.
12,	id.	le matin et le soir.
13,	id.	à 6 h. du matin.
14,	id.	jusqu'à 8 h. du matin.
15,	id.	jusqu'à 4 h. de l'après-midi.
16,17,	id.	tout le jour.
18,	id.	jusqu'à 10 h. du matin et depuis 6 h. du soir.
20,	id.	à peu près toute la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. soir	567,72	Le 1 à 6 h. matin	558,77
12 à 10 h. matin	562,03	10 à 4 h. après-midi	556,09
16 à 6 h. soir	564,93	13 à midi	558,74
22 à 10 h. matin	560,78	19 à 6 h. soir	556,04
24 à 10 h. matin	557,44	23 à 4 h. après-midi	556,28
30 à 10 h. soir	565,15	25 à midi	554,97

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	559,06	— 2,30	558,77	559,45	— 6,15	+ 2,46	— 8,2	— 3,9	...	.....	..	SO. 1	0,94
2	560,90	— 0,43	559,83	561,64	— 8,66	— 0,02	—10,0	— 7,2	...	...	....	SO. 1	0,83
3	562,64	+ 1,33	561,25	563,89	— 7,60	+ 1,07	— 8,0	— 6,1	...	.....	.	variable	0,08
4	566.70	+ 5,41	565,67	567,72	— 3,66	+ 5.04	— 5,5	— 2,2	.....	.....	.. .	SO. 1	0,06
5	566,98	+ 5,71	566,71	567,49	— 3,55	+ 5,18	— 5,2	— 2,0	..	.. ..	...	SO. 1	0,10
6	564,54	+ 3,29	563,40	565,77	— 5,96	+ 2,81	— 8,4	— 3,2	....	.. ..	....	SO. 1	0,30
7	563,54	+ 2,31	562,65	564,65	— 4,65	+ 4,15	— 6,8	— 3,0	...	. . .	....	SO. 1	0,44
8	563,25	+ 2,04	562,44	564,32	— 2,90	+ 5,93	— 3,6	— 1,3	. ..	.	....	SO. 2	0,43
9	560,65	— 0,53	559,85	562,43	— 5,43	+ 3,42	— 6,8	— 4,2	. ..	...	....	SO. 2	0,67
10	556,82	— 4,33	556,09	558,12	— 9,63	— 0,76	—10,5	— 8,2	.....	.. ..	.	NE. 1	0,84
11	560,20	— 0,92	558,83	561,53	—11,94	— 3,05	—14,4	—10 4	. ...	.....		NE. 1	0,69
12	561,02	— 0,08	559,19	562,03	— 9,18	— 0,27	—10,8	— 5,8	.. .	.....	....	NE. 1	0,68
13	559,25	— 1,82	558,74	560,48	—12,25	— 3,32	—14,2	— 9,6	. ...	.....	...	NE. 1	0,83
14	561,86	+ 0,82	561,41	562,47	— 5,22	+ 3,73	— 6,7	— 3,8	...	...	....	NE. 1	0,51
15	562,86	+ 1,85	561.55	563,73	— 7,62	+ 1,35	—10,2	— 5,8	130	11,8	6	NE. 1	0,74
16	561,02	+ 3,04	563,33	564,93	— 6,54	+ 2,45	— 8.6	— 5.1	65	4,2	10	NE. 2	1,00
17	563.29	+ 2,34	562,18	563,86	—11,83	— 2,82	—14,4	—10.0	.....	.....	....	NE. 2	0,91
18	560,25	— 0,67	559,24	561,00	—16,08	— 7,06	—16,5	—15.0	...	. ...	....	NE. 2	0,68
19	556,49	— 4,40	556,04	557,04	—15,42	— 6,39	—18.8	—12.6	....	.....	....	NE. 1	0.43
20	556,73	— 4,13	556,25	557,74	—14,40	— 5,36	—15,5	—12.4	....	....	...	SO. 1	0,72
21	559,36	— 1,46	558,01	560,59	—14,40	— 5,35	—15.3	—12,4	...	.....	....	SO. 1	0,37
22	559,71	— 1,08	558,74	560,78	—10,55	— 1,49	—12.0	— 8,2	.....	....	....	SO. 1	0,03
23	556,42	— 4,34	556,28	556,61	—12,12	— 3,05	—13.5	—11,2	.....	.....	....	SO. 1	0,02
24	557,03	— 3,70	556,45	557,44	—12,00	— 2,93	—13,4	— 9.3	..	.....	....	NE. 1	0,00
25	555,59	— 5,10	554,97	556,75	—14,44	— 5,36	—15,9	—12,2	....	.....	....	NE. 1	0,11
26	557,51	— 3,14	556,95	557,90	—13,16	— 4,08	—15,3	—10,5	.. .	.....	....	NE. 1	0,00
27	556,29	— 4,32	555,83	557,22	—13,62	— 4,54	—15.2	—10,5	.....	.....	....	NE. 1	0,00
28	560,24	— 0,33	559,22	561,41	—11,69	— 2,61	—13,8	— 8,2	. ...	.....	....	NE. 1	0,00
29	562,14	+ 1,60	561,41	563,15	—11,10	— 2,02	—13,4	— 8,3	.....	.. ..	....	NE. 1	0,00
30	564,42	+ 3,91	563,58	565,15	—10,15	— 1,08	—12,9	— 6,8	.....	.....	....	variable	0,01
31	563,79	+ 3,31	563,64	564,20	— 9,39	— 0,32	—11,7	— 3,6	.....	.....	....	SO. 1	0,00

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1870.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,70	562,60	562,71	562,43	562,33	562,47	562,51	562,56	562,63
2e »	560,24	560,49	560,85	560,55	560,58	560,74	560,84	560,84	560,61
3e »	558,98	559,03	559,31	559,20	559,19	559,37	559,58	559,77	559,81
Mois	560,59	560,65	560,90	560,68	560,65	560,81	560,93	561,02	560,98
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 6,34	— 5,86	— 5,04	— 4,55	— 4,74	— 5,45	— 6,01	— 6,10	— 6,32
2e »	—11,44	—11,40	—10,52	— 9,58	— 9,54	—10,50	—11,09	—11,59	—11,79
3e »	—13,04	—13,28	—11,73	— 9,85	— 9,39	—11,27	—12,55	—12,67	—12,75
Mois	—10,36	—10,28	— 9,18	— 8,05	— 7,94	— 9,15	— 9,97	—10,20	—10,37

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 7,30	— 4,13	0,47	—	—
2e »	—13,01	— 9,05	0,72	16,0	195
3e »	—13,85	— 9,20	0,05	—	—
Mois	—11,47	— 7,52	0,40	16,0	195

Dans ce mois, l'air a été calme 11 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,63 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 23,3 sur 100.

* Voir la note du tableau

RECHERCHES THERMOCHIMIQUES[1]

PAR

M. JULIUS THOMSEN

TROISIÈME PARTIE[2]

SUR LES ACIDES DU SOUFRE ET DU SÉLÉNIUM

Le nouveau mémoire de M. Thomsen est particulièrement intéressant parce que, outre la connaissance qu'il donne des chaleurs de combinaison des deux acides principaux du soufre et du sélénium, il répond à une question importante que soulevaient naturellement les mémoires précédents, dans lesquels elle avait été laissée complétement de côté, savoir la comparaison des effets calorifiques produits par la combinaison d'un même acide avec diverses bases. Nous regrettons même que l'auteur n'ait pas encore abordé directement cette question si importante, car dans le mémoire actuel il ne fait encore connaître que la différence des effets thermiques produits par la neutralisation des bases par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique. Il est vrai que la détermination de cette différence lui était surtout nécessaire pour le but principal qu'il se proposait dans ses recherches, et qui était d'établir les degrés relatifs d'avidité de ces deux acides pour les diverses bases.

[1] *Poggendorffs Annalen*, tome CXXXVIII, p. 497.

[2] Voyez pour les deux premières parties : *Archives*, décembre 1869, tome XXXVI, p. 301, et janvier 1870, tome XXXVII, p. 73.

Ne pouvant donner ici tous les détails de ces expériences, nous chercherons cependant à en résumer tous les résultats numériques essentiels dans un tableau général comprenant :

A) Les effets thermiques produits par l'addition d'un équivalent d'acide sulfurique à un équivalent d'un sulfate neutre de sodium, potassium, etc.

B) Effets thermiques produits par l'action d'un équivalent d'acide sulfurique sur un équivalent d'un chlorure métallique.

C) Effets thermiques résultant de l'action d'un équivalent d'acide chlorhydrique sur un équivalent d'un sulfate.

D) Différence des chaleurs de neutralisation d'un équivalent d'une base par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique: cette différence n'est autre que celle des résultats obtenus dans les deux réactions précédentes (B-C).

On a joint dans la colonne suivante E les résultats obtenus par MM. Favre et Silbermann pour la détermination de ces mêmes différences.

F) Coefficient de décomposition dans les réactions C (décomposition des sulfates par l'acide chlorhydrique).

G) Avidité de l'acide sulfurique, comparée à celle de l'acide chlorhydrique.

	A	B	C	D	E	F		G
	$SO^3.HO$ et SO^3,MO	$SO^3.HO$ et $M\,Cl$	$H\,Cl$ et $SO^3.MO$	B—C Thomsen.	Favre et Silbermann			
Sodium....	—935	244	-1682	1926	682	0,67		
Potassium	—824	310	-1594	1904	427	0,65	0,66	0,515
Ammonium	—706	324	-1480	1804	1154	0,65		
Magnésium	—538	465	-1296	1761	1220	0,59		
Manganèse	—452	528	-1264	1792	840	0,59		
Fer.....	—448	548	-1246	1794	1044	0,58		
Zinc.....	—440	562	-1232	1794	2148	0,57	0,58	0,724
Cobalt.....	—413	576	-1218	1794	1406	0,57		
Nickel.....	—396	566	-1191	1757	1520	0,58		
Cuivre.....	—338	626	-1146	1772	1304	0,56		

Dans ces expériences, de même que dans celles qui ont été plus complétement décrites dans un premier article, les matières réagissantes étaient employées en dissolutions étendues de 200 équivalents d'eau.

L'inspection de ce tableau fait naître plusieurs observations.

A) La sursaturation des sulfates par l'acide sulfurique est toujours accompagnée d'une absorption de chaleur considérable, mais qui varie avec la nature des bases. Elle est d'autant plus grande que les bases sont plus énergiques.

B) La réaction de l'acide sulfurique sur les chlorures donne toujours lieu à un dégagement de chaleur, mais qui varie d'une base à une autre ; il croît à mesure que l'énergie des bases diminue.

C) La réaction de l'acide chlorhydrique sur les sulfates est accompagnée d'une absorption de chaleur, crois-

sant avec l'énergie des bases de même que la combinaison de l'acide sulfurique avec les sulfates.

D) La différence entre les chaleurs de neutralisation d'une même base par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique est sensiblement la même pour la potasse et la soude. Elle est plus faible que dans le cas précédent, mais sensiblement la même aussi pour les sept métaux de la série magnésienne, les différences ne dépassant guère la limite des erreurs possibles. Par rapport à l'ammoniaque cette différence est du même ordre que pour la série magnésienne.

E) Les résultats obtenus par MM. Favre et Silbermann pour la détermination de ces mêmes différences n'offrent aucune analogie avec ceux de M. Thomsen. L'auteur les considère comme absolument inexacts et attribue leur inexactitude à la méthode calorimétrique qu'avaient employée ces savants.

F) L'inspection des nombres inscrits dans les colonnes B et C pourrait faire supposer au premier abord que la décomposition des chlorures par l'acide sulfurique et la décomposition inverse des sulfates par l'acide chlorhydrique varient beaucoup d'une base à une autre. Mais un calcul exact, fondé sur les principes qui ont été établis par M. Thomsen dans le premier de ses mémoires à propos de ces réactions opérées sur les sels de soude, montre qu'il n'en est réellement pas ainsi, et que les différences considérables que l'on observe dans les effets thermiques qui accompagnent ces décompositions sont dues surtout à la différence des quantités de chaleur absorbées par l'action de l'acide sulfurique libre sur les sulfates.

En effet le coefficient qui exprime la décomposition qu'éprouvent les sulfates par l'addition d'un équivalent d'acide chlorhydrique paraît être le même, 0,66, pour les trois métaux alcalins, et plus faible mais semblable aussi, 0,58, pour les sept métaux de la série magnésienne.

G) Il en résulte que, si l'on désigne par 1 l'avidité de l'acide chlorhydrique, celle de l'acide sulfurique est 0,515 pour les bases alcalines et 0,724 pour les bases magnésiennes. Si l'on remarque que ces déterminations ne peuvent être qu'approximatives, on pourrait peut-être remplacer ces rapports par les rapports simples $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$.

M. Thomsen décrit ensuite les expériences par lesquelles il a déterminé les chaleurs de combinaison de la soude avec d'autres acides du soufre et ceux du sélénium.

Rappelons d'abord que la neutralisation d'un équivalent de soude par l'acide sulfurique donne lieu à un dégagement de chaleur de 15689^c et que l'addition d'un second équivalent d'acide produit une absorption de chaleur de — 935^c.

Acide sélénique. Chaleur de neutralisation par un équivalent de soude 15196, peu inférieure à celle de l'acide sulfurique.

Par l'addition d'un second équivalent d'acide sélénique, absorption de chaleur de —432^c.

L'addition d'un équivalent d'acide azotique au séléniate de soude donne lieu à une absorption de chaleur de —1134^c, qui prouve que l'avidité de l'acide sélénique est très-voisine de celle de l'acide sulfurique.

Acide sulfureux. Si l'on ajoute à un équivalent de soude des quantités croissantes d'acide sulfureux, on

obtient les dégagements de chaleur suivants, qu'il convient de comparer à ceux que produit l'acide sulfurique :

Pour $\frac{1}{2}$ éq.	d'acide sulfureux	7332°	Acide sulfurique	7841°
» 1	»	»	14484	»	15689
» 2	»	»	15870	»	14744

Ainsi l'effet thermique croît proportionnellement à la quantité d'acide jusqu'à un équivalent. Mais la sursaturation donne lieu encore à un dégagement de chaleur sensible, à l'opposé de ce que l'on observe pour l'acide sulfurique.

Acide sélénieux. Il se comporte avec la soude comme l'acide sulfureux, seulement les effets sont un peu moins considérables.

Pour $\frac{1}{2}$ équiv.	d'acide sélénieux	6872°
» 1	»	»	13512
» 2	»	»	14772

Acide hyposulfurique. Sa chaleur de neutralisation par la soude est de 13536c, très-voisine de celles de l'acide azotique et de l'acide chlorhydrique.

NOTE

SUR LA

VARIÉTÉ ROUGE DE L'ÉCREVISSE COMMUNE

ASTACUS FLUVIATILIS (RONDELET)

PAR

M. GODEFROY LUNEL.

Comme chacun le sait, la couleur de l'Écrevisse ordinaire est généralement d'un brun verdâtre, tirant plus ou moins au noirâtre; néanmoins, on trouve des individus qui sont d'un bleu d'azur plus ou moins intense, et d'autres dont le test est en entier d'une belle couleur rouge uniforme, ne le cédant en rien à la teinte que prend ce crustacé par l'effet de la cuisson; c'est de cette dernière variété et de quelques observations qu'elle m'a fournies, dont j'aurai à m'occuper dans cette Note.

La variété rouge de l'Écrevisse commune était déjà connue des premiers naturalistes : Wagner [1] la cite comme étant abondante dans la *Dinnera* (Dünnern), petite rivière qui se jette dans l'Aar près d'Olten dans le canton de Soleure. Cet auteur signale, en outre, la variété bleue dans le lac de Lucerne; mais, chose singulière, Latreille, Audouin, Desmarest et Réaumur ne parlent pas dans leurs travaux de l'Écrevisse rouge, et ce n'est guère qu'en 1851 que Valenciennes [2], ignorant l'observation

[1] *Historia naturalis Helvetiæ*, 1680, p. 222.

[2] Variété d'Écrevisses à test entièrement rouge. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du lundi 15 septembre 1851, p. 293.)

de Wagner, aurait attiré l'attention sur elle. En effet, à cette époque, cet ichthyologiste présenta à l'Académie des Sciences un individu vivant de l'Écrevisse rouge, lequel, ainsi qu'un autre exemplaire qu'il avait reçu au mois d'avril de la même année de la part de M. A. Passy, provenait des eaux douces de Gisors, où cette variété paraissait être extrêmement rare. Enfin, le premier de ces exemplaires ayant été présenté à la Société Entomologique de France [1], il fut déclaré par quelques-uns de ses membres que cette variété se trouvait aussi dans les ruisseaux des environs de Chartres.

La même année, M. Lereboullet [2], dans une Note sur les variétés rouge et bleue de l'Écrevisse, dit à propos de la première, qu'elle existe dans plusieurs cours d'eau de la vallée du Rhin, d'où on l'apporte souvent sur le marché de Strasbourg, et qu'il en avait déposé quelques exemplaires dans le Musée de cette ville une dizaine d'années auparavant. Depuis lors, l'existence de la variété rouge de l'Écrevisse a été constatée dans d'autres cours d'eau et dans plusieurs lacs, notamment dans celui du Bourget, etc.; elle n'est pas rare dans le Léman et surtout dans le Rhône à sa sortie de ce dernier lac, car l'on peut estimer que les individus de la variété rouge entrent pour le 2 $^1/_2$ pour cent dans la quantité des Écrevisses qu'on prend annuellement dans ces dernières localités. La variété bleue s'y trouve également, mais elle y est beaucoup plus rare.

Comme on vient de le voir, la variété rouge de l'É-

[1] *Ann. de la Société Entom.*, tome IX, *Bulletin*, p. 48.

[2] Note sur les variétés rouge et bleue de l'Écrevisse fluviatile. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 6 octobre 1851, p. 376-379. Extrait.)

crevisse est assez répandue et même assez abondante dans certains endroits, pourtant son existence est encore ignorée du plus grand nombre et même souvent mise en doute. Il suffirait de rappeler l'étonnement des visiteurs, surtout des Parisiens, à la vue d'une demi-douzaine d'Écrevisses rouges amenées vivantes de Suisse, et introduites dans l'un des aquariums de l'Exposition universelle du Champ de Mars. Dieu sait les commentaires auxquels durent donner lieu ces crustacés pleins de vie et se mouvant dans l'eau, revêtus d'une robe dont la couleur écarlate n'avait évidemment, du moins pour la foule, pu s'obtenir qu'en les passant au court bouillon !

Pendant mon séjour à Paris, dans les premiers mois de l'année dernière, 1869, M. Carbonnier, l'habile pisciculteur, m'ayant témoigné le désir d'avoir quelques Écrevisses rouges vivantes, dès mon retour à Genève je me mis en mesure de les lui procurer, et en moins d'une quinzaine de jours j'eus la chance de réunir une vingtaine de ces crustacés. Je me disposais à en faire l'expédition, lorsque j'en perdis plus de la moitié en une seule nuit; je ne pus attribuer cette mortalité si soudaine à une autre cause qu'à un orage qui avait éclaté dans la journée et avait considérablement élevé la température. Je dus, par conséquent, ajourner mon envoi et renouveler mes provisions. Mais, soit que la saison fût passée, soit pour toute autre cause que je ne saurais préciser, je ne pus recueillir que quelques rares individus, et ce ne fut qu'au commencement du mois d'août suivant, qu'il me devint possible de tenir ma promesse en envoyant à M. Carbonnier une douzaine de belles Écrevisses rouges.

Je m'étais entretenu plusieurs fois avec quelques zoologistes de l'Écrevisse rouge; un fait nous intéressait plus

particulièrement, à savoir si cette variété donnait naissance à des petits ayant la même coloration que leur mère.

Voici les quelques observations que j'ai pu faire à ce sujet.

Le 18 mai 1867, un pêcheur me montra une femelle d'Écrevisse rouge portant encore des petits attachés à l'extrémité des appendices des anneaux de sa queue ; ces jeunes crustacés, dont quelques-uns s'étaient déjà séparés de leur mère et se trouvaient au fond du vase, étaient tous d'une belle couleur rouge.

La même personne m'assura avoir déjà remarqué un fait semblable.

Comme je l'ai déjà dit, j'avais perdu la majeure partie des Écrevisses rouges recueillies au printemps; or, parmi les survivantes et celles en petit nombre que j'avais pu me procurer depuis, se trouvaient quelques femelles grenées, c'est-à-dire dont les œufs étaient descendus sous la queue. Je profitai de l'occasion qui m'était offerte, pour faire quelques observations. Malheureusement, je n'avais pas à ma disposition tous les éléments nécessaires pour espérer de bien bons résultats. Néanmoins, je logeai mes Écrevisses, au nombre de sept, dont quatre femelles ayant les œufs dans un état d'incubation plus ou moins avancé, dans un baquet d'environ quarante-deux centimètres de diamètre, avec seulement une dizaine de centimètres d'eau et quelques pierres au fond; ayant soin d'en renouveler l'eau trois ou quatre fois par jour à l'aide d'un tuyau en caoutchouc.

Ces premiers essais ne réussirent guère qu'à demi : ce qui, du reste, était facile à prévoir, vu les conditions assez précaires dans lesquelles ces crustacés étaient pla-

cés. En effet, au bout de quelques jours, je pus m'apercevoir que les œufs de mes pensionnaires ne suivaient pas leur développement normal; ils se détachaient peu à peu des femelles et roulaient au fond du baquet où ils étaient ordinairement mangés par leurs parents.

Je recueillis quelques-uns de ces œufs nouvellement détachés et les plaçai séparément, dans des verres à boire dont je renouvelais l'eau fréquemment. Beaucoup de ces œufs périrent en peu de temps et devinrent blanchâtres; cependant, j'eus la satisfaction d'en voir un certain nombre continuer à se développer, quelques-uns même arriver presque à l'éclosion, sans toutefois aller plus loin. Les embryons se couvraient d'une espèce de moisissure ou de mousse blanche, transparente et ressemblant à de la toile d'araignée très-fine.

J'ai remarqué que les embryons, à mesure qu'ils se développaient, prenaient une coloration rouge toujours plus prononcée et bien différente de la teinte seulement rosée qu'ont les embryons de l'Écrevisse ordinaire, quand approche le moment de l'éclosion, ce dont j'ai pu m'assurer par la comparaison.

J'en étais là de mes observations, quand le 12 mai mon pourvoyeur d'Écrevisses rouges me remit une belle femelle de cette variété dont les œufs étaient dans un état d'incubation qui paraissait très-avancé. Je plaçai la nouvelle arrivée dans un grand bocal en verre blanc, et lui donnai tous les soins dont j'étais capable; je pus, de cette manière, suivre à travers le bocal, et jour par jour, le développement de ses œufs qui, du reste, ne m'offrit rien de bien particulier et qui ne fût déjà connu. Enfin, vingt et un jours après, c'est-à-dire le 2 juin, j'eus le plaisir de voir marcher au fond du vase, une vingtaine de

jeunes Écrevisses ayant environ 15 millimètres de long.

Ces petits crustacés, en tout semblables à leur mère, avaient le corps très-diaphane, d'une belle couleur rouge vermillon, et non d'un blanc grisâtre comme l'ont à leur naissance les jeunes de l'Écrevisse ordinaire.

J'avais introduit dans le bocal une certaine quantité de brachiopodes des genres *Cypris* et *Daphnie*, pour servir à l'alimentation de mes jeunes Écrevisses; malgré ces soins, je les vis à regret se couvrir de mousse et périr l'une après l'autre au bout de deux jours. L'Écrevisse mère mourut elle-même le troisième jour après l'éclosion de ses œufs.

Je dois ajouter que, pendant leur courte existence, les petites Écrevisses venaient chercher un refuge sous la queue de leur mère et que celle-ci, pendant tout le temps que j'ai pu la garder, s'est montrée très-irritable : il suffisait de s'approcher du bocal où elle était, pour la voir soulever son corps et s'avancer de votre côté, dirigeant en avant ses antennes et ses pinces: mais sitôt qu'elle croyait le danger passé, elle retournait se blottir dans un coin ou sous une pierre, et s'y tenait immobile jusqu'à ce qu'une nouvelle alerte vînt l'en faire sortir.

Ainsi que j'ai pu le vérifier moi-même, et qu'il l'a été remarqué chez les Écrevisses de l'Aquarium de l'Exposition de Paris, au moment de la mue, les Écrevisses rouges prennent une teinte brunâtre : mais une fois cette opération terminée, leur test est de nouveau d'un rouge éclatant. Enfin, cette couleur pâlit et souvent passe au rose lorsque l'animal est malade.

Les observations qui précèdent, quoiqu'en petit nombre, et la quantité relativement assez considérable d'individus de la variété rouge de l'Écrevisse ordinaire, feraient

croire que cette variété ne serait pas simplement accidentelle, mais pourrait bien se perpétuer par voie héréditaire, et que, sans nier la possibilité de quelques cas de croisement entre les individus de celle-ci et ceux de la couleur ordinaire, les mâles rouges rechercheraient de préférence pour s'accoupler, au temps des amours, des femelles de leur couleur. Il n'en serait pas de même de la variété bleue: cette coloration, purement accidentelle et qui est plus ou moins intense suivant les individus, apparaît ordinairement aussitôt après une mue, puis elle disparaît sensiblement au bout de quelques mois, pour faire place à la couleur brun noirâtre, qui est la coloration ordinaire de ce décapode.

De nouvelles recherches faites plus en grand, et dans des conditions plus favorables, amèneront sans doute la solution de ces questions intéressantes.

ÉVAPORATION
DU SOL ET DES PLANTES

PAR

M. EUGÈNE RISLER

2me MÉMOIRE [1].

J'ai cherché, dans le cours de l'année 1869, à déterminer plus nettement qu'en 1867 et 1868 les quantités d'eau évaporées chaque mois. A cet effet, j'ai pris, le dernier jour du mois, des échantillons de terre à diverses profondeurs et en divers endroits du champ qui sert à mes observations. Après avoir pesé ces échantillons, je les desséchais dans une étuve à huile, dont je maintenais la température de 110° à 113° jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de diminution du poids. J'ai obtenu ainsi les chiffres des colonnes 3e, 4e et 5e du tableau ci-dessous, chiffres au moyen desquels j'ai pu faire les corrections indiquées dans la 6e et 7e colonne, et arriver aux quantités d'eau évaporée que la dernière colonne donne en millimètres. Je me rapproche ainsi de la réalité, sans toutefois l'avoir encore atteinte complétement; car, d'un côté, je n'ai pris mes échantillons de terre qu'à une profondeur maximum de 35 c.: je ne connais donc pas les variations d'humi-

[1] Voir les *Archives des Sciences phys. et natur.*, septembre 1869, tome XXXVI, p. 27. — Dans ce premier mémoire, à la page 31, 6me ligne et suivantes, lisez 2 °/₀ d'eau au lieu de 20 °/₀, comme le montre du reste la suite du calcul.

dité qui se sont produites plus bas. D'un autre côté, les rosées et la vapeur d'eau, puisées dans l'air par la surface ameublie du champ, ont exercé une influence que je n'ai pas encore essayé d'apprécier.

1869	Pluie tombée.	Eau écoulée par les drains.	Différence.	Humidité contenue dans le sol à une profondeur			Variations de l'humidité		Évaporation réelle en millimètres.
				de 20c.	de 35c	moyenne	en 0/0	en millimètre	
	mm	mm	mm	0/0	0/0	0/0			
Janvier	47,85	23,22	24 63		25	25			24,63
Février	67,67	40,67	27,00		24	24	+1	+4	31,00
Mars...	63,25	48,13	15,12		25	25	-1	-4	11.12
Avril...	35,75	0	35,75		21	21	+4	+16	51,75
Mai...	124,35	2,73	121,62	16	19	17,5	+3,5	+14	135,62
Juin....	69,15	1,26	67,89	17,6	16,6	17,18	+0.32	+ 1,28	69,17
Juillet.	44,70	0	44,70		15,61	15,61	+1,57	+ 6,28	0,98
Août...	41,85	0	41,85	13.41		13,41	+2,20	+ 8,80	50,65
Sept....	80,60	0	80,60	9,25	10.41	9.83	+3,58	+13,32	93,92
Oct....	34,65	0	34,65	13,82	11,1	12,46	-2,68	-10,52	24,13
Nov....	123,50	8,50	115,00	15, 1	20,0	17,85	-4,39	-17,56	97,44
Déc....	81,55	34,48	47,07	23.68		23,68	-5,83	-23,32	23,25
Total de l'année	814,87	158,99	655,58						683,56

D'après ce tableau, on voit que la quantité de pluie tombée en 1869, et la quantité absolue d'eau évaporée, ont été plus faibles qu'en 1867 et 1868. Par contre, le rapport entre l'eau évaporée et l'eau tombée est plus élevé : il s'est évaporé 83,88 % de la pluie tombée, tandis que, dans les deux années précédentes, ce n'était que 70 % environ. L'année 1869 a été, en effet, une année exceptionnellement sèche dans le canton de Vaud : beaucoup de sources ont tari, et la plupart des récoltes ont souffert par le manque d'eau. On peut donc considérer une évaporation de 84 % de la pluie tombée dans l'an-

née comme maximum possible, ou comme très-rapprochée du maximum possible, dans les conditions où les observations ont été faites. Dans la même localité, elle ne pourrait être plus grande que pour une terre forte, non drainée, c'est-à-dire impropre à une bonne agriculture, ou sur un plateau argileux et dont la surface ondulée retient l'eau dans ses dépressions, sous forme d'étangs et de marais malsains. Elle est également plus intense sur une surface aqueuse, comme le lac.

Une terre labourée expose à l'air une plus grande surface qu'une terre non labourée. Par conséquent, elle évapore plus qu'une terre non labourée, quand la tension de la vapeur d'eau qu'elle émet est plus grande que celle de l'air. Au contraire, elle absorbe plus d'humidité atmosphérique, quand la tension de la vapeur d'eau y est moins grande que celle de l'air.

Un sol couvert de végétaux évapore plus qu'un sol nu, parce que la surface évaporatrice des feuilles s'ajoute à celle du sol lui-même. L'ombre que les feuilles font *au-dessous* d'elles diminue, il est vrai, jusqu'à un certain point l'évaporation directe du sol; mais cette diminution est plus que compensée par l'accroissement d'évaporation qui se produit *au-dessus* des feuilles. On peut s'en assurer facilement en comparant de temps en temps le poids de plusieurs pots de même grandeur, remplis de la même quantité de terre, arrosés avec la même quantité d'eau, et tous enterrés dans le sol, mais dont les uns sont couverts de végétation, tandis que les autres sont nus. C'est ainsi, par exemple, que M. Marié-Davy a trouvé, pour la hauteur d'eau en millimètres évaporée du 20 au 28 juillet 1869 :

Par le sol nu.	29mm,89
Par un gazon	53mm,72
Par un sapin epicœa . . .	34mm,01
Par un buis en arbre . . .	38mm,05

A la fin du mois d'août 1869, j'ai pris des échantillons de terre, les uns à une profondeur de 15 à 20 centimètres, les autres à une profondeur de 40 à 45 centimètres, dans divers endroits assez rapprochés les uns des autres du plateau d'argile glaciaire qui fait partie de ma propriété de Calèves, près de Nyon. J'ai déterminé la quantité d'eau renfermée dans ces échantillons, et voici les résultats auxquels je suis arrivé :

	Humidité renfermée dans le sol à une profondeur de		DATE.
	0m,15 à 0m,20	0m,40 à 0m,45	
Champ, chaume d'avoine non labouré depuis la moisson. . .	7,57 %	17,38 %	26 août
Champ qui avait porté des vesces hivernées et avait été labouré en juillet après la récolte.	11,00	18,20	26 août
Vigne	9,25	10,41	24 août
Terre de jardin potager, endroit non arrosé, non planté de légumes, mais voisin d'arbres fruitiers	15,00	17,05	25 août
Bois ; taillis de chênes de neuf ans.	10,57	13,95	26 août
Bois ; futaie de chênes de 35 à 40 ans	9,53	7,54	26 août
Pins de 20 ans souffrant de la sécheresse	12,85	4,46	26 août

Ainsi, déjà à la fin d'août, le sol des bois était plus sec

que celui des champs, et cette différence s'est encore accrue dans la suite, parce que les pluies de l'automne n'ont pas été très-fortes; dans les champs, elles ont, à partir d'octobre, augmenté l'humidité que contenait la couche arable, et peu à peu cette humidité s'est répartie de proche en proche dans le sous-sol. Mais la plupart de ces pluies d'automne se sont arrêtées au feuillage des forêts, et se sont évaporées avant d'avoir pu atteindre le sous-bois.

J'en conclus qu'un sol couvert de forêts évapore plus d'eau qu'un sol nu. Les arbres ressemblent à des drainages verticaux plantés dans la terre, dont ils sucent l'humidité pour l'envoyer dans l'atmosphère, à travers l'énorme surface d'évaporation que porte leur feuillage.

Je ne me permets pas de m'inscrire, dès à présent, en faux contre l'influence qu'on attribue aux forêts sur l'alimentation des sources. C'est une question très-complexe, dont la solution peut varier suivant la valeur des différents facteurs qui y interviennent. Mais les ob-observations que je viens de présenter montrent que les forêts *consomment* plus d'eau qu'on le croit en général. En *reçoivent*-elles plus d'un autre côté? Forment-elles, comme on l'a dit, de vastes appareils de condensation, grâce à la température plus basse qui y règne? J'en doute fortement; car, si la température y est plus basse pendant le jour, elle y est presque toujours plus haute pendant la nuit. Mais cet élément de la question ne peut être fixé que par des observations pluviométriques précises et prolongées. Dans les bois où j'ai pris mes échantillons de terre, le surplus de l'évaporation causée par les arbres a dépassé le surplus de condensation de pluie qu'ils ont provoqué. Mais ce sont des bois de petite étendue; ils

n'ont ensemble que 12 hectares, et il est fort possible que les effets produits soient différents pour les forêts qui couvrent de grands espaces.

De plus, *il faut distinguer les forêts de plaines et les forêts de montagnes.* Dans les montagnes, la question se complique encore d'un facteur nouveau : sur les pentes rapides, les forêts forment par leurs racines, leurs troncs rapprochés et ce fouillis de végétation qui en remplit les intervalles, une sorte de clayonnage naturel qui retient la terre végétale et tous les débris qui résultent de la décomposition des roches sous-jacentes. Faites une coupe rase. Les pluies, tombant avec violence sur ces pentes déboisées, les ruineront, entraîneront avec elles la terre végétale et les fragments de roches qui iront encombrer les lits des torrents et des rivières, et bientôt il ne restera plus sur les flancs de la montagne que la surface nue des roches. Si ces roches sont perméables, elles boiront encore une certaine quantité d'eau et en formeront des sources dans les vallons, mais ces sources seront moins abondantes et moins régulières qu'aux temps où les forêts existaient encore. Si les roches sont compactes et imperméables, les eaux des pluies courront à leur surface avec une vitesse multipliée par la déclivité de la pente et iront rapidement grossir le débit des rivières dont le lit, rétréci et obstrué par les matériaux qui s'y déposent, forcera le contenu à se répandre sur les rives en inondations désastreuses.

En 1869, le champ qui sert à mes observations a porté en partie du blé, en partie du trèfle, et sur le reste des pommes de terre. L'évaporation a donc dû y être plus active que si la surface était restée nue. Sur les

683^{mm},56 d'eau évaporée, quelle est la proportion qui a passé à travers les plantes et servi à l'alimentation des récoltes?

Pour nous faire une notion approximative de cette quantité, prenons comme base les analyses de M. Boussingault, l'autorité la plus compétente en ces matières.

Une récolte de froment de 1342 kilogrammes de grains (environ 17 hectolitres, récolte moyenne) et 3058 kilogr. de paille contient 995 kilogrammes d'eau de végétation. De plus, elle contient 186^{k},3 d'hydrogène qui correspondent à 931^{k},5 d'eau. Au moment où on l'enlève du sol, la récolte renferme donc les éléments de 1926^{k},5 d'eau, ce qui ne ferait qu'une hauteur d'eau de près de $\frac{2}{1}$ de millimètres. On peut y ajouter environ $\frac{1}{3}$ de plus pour les racines.

Pour estimer l'eau qui s'est évaporée après avoir simplement servi de véhicule aux aliments puisés par le froment dans le sol, nous pouvons nous servir d'un rapport qui a été déterminé à la suite d'expériences très-exactes par MM. Lawes et Gilbert, à Rothamstedt, en Angleterre. Ces Messieurs ont trouvé que pour 1 gramme de matière sèche produite, il y a en moyenne 225 grammes d'eau évaporée par les feuilles du froment. Il y aurait donc eu 1021800 kilogrammes d'eau évaporée par hectare de froment, ce qui correspond à une hauteur d'eau de 102^{mm},18. Le froment d'hiver est presque toujours assuré de trouver assez d'eau pour subvenir à ces besoins, parce que sa végétation la plus active se fait au printemps, quand la plupart des terres renferment encore une provision d'eau tombée pendant l'hiver qui s'ajoute aux pluies de mars, d'avril et de mai. Il faut

même que le sol et l'atmosphère ne soient pas trop humides pour que le blé monte en épi. Peut-être est-ce en partie à cause de cette sécurité relative de rendement que la plupart des peuples ont basé leur alimentation sur le froment d'hiver.

Des calculs analogues montrent qu'une récolte de trèfle de 21600 kilogrammes à l'hectare en vert ou 5100 kilogrammes en sec (deux coupes) emploient, en y comprenant les racines, les chaumes et les feuilles laissées dans le champ, 175^{mm},96 d'eau. La période de végétation, du moins celle qui fournit les deux coupes, dure de quatre à cinq mois; il faut donc au trèfle de 35 à 44 millimètres d'eau par mois. Si nous ajoutons à cela l'eau que le sol perd directement, nous voyons que nous sommes bien près de la limite que les pluies peuvent donner en été dans nos climats, et nous comprenons pourquoi il arrive quelquefois, surtout dans les terres légères, que la deuxième coupe du trèfle manque ou est très-faible. Par exemple, en 1869, le mois de juillet n'a eu que 44^{mm},70 de pluie, le mois d'août 41,85; et dès le commencement de juillet les terres n'avaient plus aucune réserve d'eau. Aussi n'a-t-il pas valu la peine de faucher pour la deuxième fois le trèfle que j'avais dans le champ qui sert à mes observations.

M. Marié-Davy a trouvé qu'un gazon évaporait du 20 au 28 juillet près de 7 millimètres d'eau par jour. Il a fait, il est vrai, très-chaud pendant ces huit jours et le gazon était arrosé. Mais Schübler en Allemagne avait trouvé un chiffre encore plus fort. Si nous le prenons comme base pour nous rendre compte des recettes et des dépenses en eau de nos prés, nous trouverons que la

première coupe de ces prés épuise ordinairement à peu près toutes les ressources que lui offrent les réserves de l'hiver et les pluies qui tombent du 15 avril au 15 juin. Le regain est chose précaire dans la région des vignes au sud de la Suisse. En 1869, la fin de juin, juillet et août n'ont donné que 140 à 150 millim. de pluie, soit environ 2 millim. par jour. Si cette pluie tombe par petites fractions, elle mouille à peine le gazon jauni ; elle s'évapore de nouveau rapidement. Il vaut mieux qu'elle tombe plus rarement, mais en plus grande quantité; alors, elle peut du moins pénétrer dans la terre et celle-ci en conserve une partie qu'elle cède ensuite aux plantes. On sait d'ailleurs que le regain se compose principalement de plantes à racines profondes qui trouvent plus facilement à s'alimenter pendant l'été que les graminées à racines superficielles.

On voit combien la production agricole de chaque pays dépend, non-seulement de la température et de la lumière, mais aussi de l'abondance et du mode de répartition des pluies qui y tombent.

Maximum de sécheresse que les plantes peuvent supporter.

J'ai fait dans le courant de l'année 1868, du 29 juin au 1er septembre, des expériences directes pour essayer de déterminer la limite de la sécheresse qu'un certain nombre de plantes peuvent supporter.

Le 29 juin, j'ai rempli neuf grands pots à fleurs chacun de 28 kilogrammes de terre dont l'humidité avait été déterminée ; elle était de 9,8 °/₀. Puis, j'ai semé ou planté dans ces pots de l'avoine, du blé, du maïs, des

pois, des vesces, des pommes de terre et des betteraves. Dans deux pots, je ne semai rien du tout, afin d'avoir un terme de comparaison pour la quantité d'eau puisée dans la terre par les plantes[1]. Les pots étaient placés dans une serre à l'abri de la pluie, mais exposés au soleil. Les fenêtres étaient ouvertes de manière à favoriser la circulation de l'air. Cette circulation était même très-active et, comme il a fait très-chaud pendant la durée des expériences et que les pots n'étaient pas enterrés, mais exposaient leurs parois à l'action du soleil, l'évaporation était beaucoup plus grande qu'elle est en général dans les champs ou dans les jardins.

De temps en temps j'arrosais mes pots avec des quantités bien déterminées d'eau. Puis, quand l'évaporation avait fait disparaître une partie de cette eau, il me suffisait de peser les pots pour apprécier combien il en restait dans la terre. Quand mes plantes eurent pris un certain développement, je diminuai les arrosements et les suspendis à plusieurs reprises pour observer jusqu'à quel point elles pourraient résister à la sécheresse. Voici les résultats que j'ai trouvés :

[1] Ces expériences peuvent servir à confirmer celles de M. Marié-Davy que j'ai citées plus haut. Mais, comme l'évaporation y a été exagérée, les chiffres qu'elles ont donné pour l'eau évaporée sont beaucoup trop élevés. L'évaporation aurait été, d'après elles, pour la betterave de 70 kilogrammes d'eau, pour les pommes de terre de 90, l'avoine 30, le sarrasin 30, le blé 60, le maïs 80, les pois 50. — La surface des pots avait un diamètre de 32 centimètres.

Humidité de l'air	le 15 juillet 72 0/0	le 27 juillet 55 0/0	le 5 août 79 0/0	le 10 août 63 0/0	le 1er sept. 69 0/0
Maximum de température à l'ombre au dehors de la serre	26°,7	32°,7 avant un orage.	24°,8 après une pluie.	32°,8	26°,4
Betteraves....	12,55 % d'humidité suffisent.	8,13 % feuilles fanées	7,46 % feuilles très-fanées.		
Pommes de terre.		11,08 % suffisent	9,21 % suffisent.	10,27 % feuilles fanées.	6,5 % plant. sèches
Avoine.....	13,53 % suffisent.	10,12 % feuilles fanées	10,13 % feuilles relevées.	10,50 % suffisent.	6,7 % plant. sèches
Sarrasin.....	16,72 % suffisent.	16,67 % feuilles un peu fanées	12,96 % feuilles très-saines.	13 % feuilles très-saines.	7,8 % légèrement fané.
Blé.....	15,00 % suffisent.	10,92 % feuilles fanées	10,78 % plantes moisies.		
Maïs.....	16,13 % suffisent.	12,44 % feuilles flasques	12,01 % suffit juste	11,98 % commence à souffrir.	7,6 % plantes fanées.
Pois.....	15,61 % suffisent.	11,70 % feuilles fanées	10,77 % feuilles sèches.		
Vesces.....	15,40 % suffisent.	11,40 % feuilles fanées	11,79 % feuilles sèches.		

Ces résultats ne permettent pas d'indiquer avec une précision parfaite la limite de sécheresse que peuvent supporter les plantes observées. Cette limite paraît varier avec l'état de l'atmosphère. Le 27 juillet, toutes les plantes, sauf la pomme de terre, avaient des feuilles flasques et pendantes. Le 5 août, l'avoine, le sarrasin et le maïs avaient repris un aspect très-vigoureux, et cependant la terre était plus sèche le 5 août que le 27 juillet.

La limite varie également avec la période de dévelop-

pement dans laquelle se trouvent les plantes. Celles de nos expériences n'ont pas dépassé la floraison. Le blé, peu habitué à être semé à la fin de juin, s'est couvert de moisissures.

D'ailleurs, une plante ne meurt pas tout d'un coup. Par exemple, la betterave, quand elle est surprise par la sécheresse, nourrit pendant quelque temps ses feuilles nouvelles aux dépens de sa racine.

Voici l'ordre dans lequel on pourrait ranger les plantes observées d'après le degré de sécheresse qu'elles peuvent supporter.

Sarrasin	8 %
Pommes de terre . .	9 à 10 %
Avoine.	10 à 11 %
Maïs	11 à 12 %
Pois	12 %
Vesces	12 %

Dans les pots où elles végétaient, toutes ces plantes avaient leurs racines à peu près à la même profondeur. Mais il n'en est pas ainsi dans la grande culture.

En plein champ, les végétaux dont les racines sont les plus profondes, comme celles de la luzerne et de la vigne, ont le plus de chances de résister à la sécheresse, parce qu'en général les couches profondes du sol sont plus humides que les couches superficielles.

Cependant, il ne faudrait pas croire que la terre est toujours plus sèche près de sa surface qu'à un demi-mètre ou un mètre de profondeur. A plusieurs reprises, j'ai trouvé à la fin de l'été ou en automne, la terre plus humide à 10 ou de 20c profondeur qu'à 60 ou 80c. Cet excès d'humidité provenait des pluies récentes ou des rosées. Les plantes à racines superficielles, comme le

sarrasin ou la pomme de terre, peuvent le mieux profiter de ces rosées. De là vient que souvent on voit leurs feuilles flétries dans l'après-midi, se relever le soir, dès que la rosée a été absorbée. Quoique moins développées, ces racines superficielles ne manquent pas non plus à l'avoine et au maïs. La vigne en a immédiatement au-dessous de la couche de terre qui a été rompue par le fossoir et s'alimente d'autant mieux que cette couche, plus meuble, peut mieux condenser l'humidité atmosphérique.

Voici encore quelques observations sur les propriétés physiques des terres dont il s'agit :

Maximum d'humidité renfermée dans le sol.

Dans les échantillons de terre égouttée, pris à diverses profondeurs, mais toujours au-dessus du plan des eaux, quand les drains coulent encore, ou à côté des tuyaux, quand ceux-ci ont cessé de couler depuis peu d'heures, je n'ai jamais trouvé plus de 25 % d'eau.

Pourtant, en déterminant la faculté d'absorber et de retenir l'eau que possèdent ces mêmes terres par la méthode usuelle, celle de Schübler, c'est-à-dire, en en mettant une certaine quantité bien desséchée dans un entonnoir muni d'un filtre, la saturant d'eau, laissant le tout s'égoutter et comparant ensuite le poids de la terre mouillée avec le poids primitif, j'ai trouvé ordinairement plus de 40 %, quelquefois jusqu'à 43 %.

Cette grande différence doit provenir de la cause suivante :

Dans une terre drainée artificiellement, au moyen de tuyaux, ou naturellement par un sous-sol perméable, il tend toujours à se produire une différence de pression

entre l'air à l'intérieur des tuyaux ou du sous-sol et l'air à la surface du champ. Cette différence de pression s'ajoute au poids de l'eau pour la faire descendre dans les drains ou dans le sous-sol. Mais pour la terre qui remplit l'entonnoir, cette différence de pression n'existe pas. Il faudrait, pour déterminer la faculté de retenir l'eau que possède une terre, employer l'appareil que M. Bunsen a imaginé pour hâter les filtrations, en produisant au-dessous des filtres, un vide relatif, au moyen d'un filet d'eau qui entraîne une certaine quantité d'air. Cet ingénieux appareil [1] agit à peu près comme les drains dans un champ. Comme ces drains, il égoutte d'autant mieux les matières déposées sur le filtre que la chute de l'eau est plus grande. En effet, la différence entre la pression de l'air qui s'exerce à la surface de ces matières et celle qui subsiste au-dessous de ces matières est proportionnelle à la hauteur de la chute. Dans un champ, elle serait donc proportionnelle à la pente des drains.

Je dois cependant remarquer que, même dans un appareil de ce genre, la terre ne se trouve pas dans des conditions qui lui permettent de s'égoutter aussi bien que dans un champ. Le filtre étant plus étroit à sa partie inférieure qu'à sa partie supérieure, il s'y produit un étranglement qui resserre la terre et diminue, jusqu'à un certain point, la sortie de l'eau.

Si, pour déterminer sa faculté de retenir l'eau, on met la terre dans une capsule, verse l'eau dessus et remue ou pétrit le tout, au lieu de se borner, comme je l'ai dit tout à l'heure, à verser l'eau sur la terre placée dans un filtre, on trouve, après avoir laissé la terre s'égoutter sur un filtre, qu'elle retient encore plus d'eau ; je suis ainsi ar-

[1] M. Marignac l'a décrit dans les *Archives*.

rivé jusqu'à 56 % pour la terre qui m'avait donné 43 % par la méthode de Schübler, et 25 % seulement, quand je la desséchais à l'étuve après l'avoir prise dans un champ drainé.

Cette nouvelle différence s'explique encore aisément. Quand je verse l'eau dans la capsule remplie de terre, quand je remue le tout, et mieux encore, quand je le pétris, je force l'eau à déplacer l'air renfermé dans les interstices et les pores les plus petits de la terre. Il n'en est pas ainsi dans un champ à sous-sol perméable ou drainé. Pendant les périodes de sécheresse, une grande partie de ces mille et mille canaux capillaires qui le traversent en tous sens sont restés remplis d'air. Quand la pluie vient à tomber, l'eau absorbée refoule cet air et y détermine, comme l'a montré M. Jamin, des pressions énormes qui s'opposent à une absorption plus complète et la forcent à s'en aller là où elle trouve moins d'obstacles à vaincre, c'est-à-dire, dans le sous-sol ou dans ces drains. On peut donc admettre que, dans la nature, une terre, quelque argileuse qu'elle soit, si elle a une fois été bien desséchée, et si elle n'est pas imprudemment travaillée et pétrie par ces instruments aratoires ou les pieds des animaux qui y labourent avant qu'elle se soit assez égouttée, ne contient jamais le maximum d'eau que l'on pourrait lui faire absorber par les méthodes qui sont indiquées dans les traités d'agronomie.

DE LA POUSSIÈRE
QUI FLOTTE DANS L'AIR ATMOSPHÉRIQUE

M. Tyndall vient de faire à l'Institution royale de Londres une conférence qui a excité un très-grand intérêt. Elle avait pour objet l'étude de la poussière atmosphérique et l'influence de cette poussière sur les maladies épidémiques. Rappelons en peu de mots, avant de rendre compte des ingénieuses expériences de M. Tyndall et des conséquences intéressantes qu'il en tire, le point exact où en était la question au moment où elle a été abordée par le savant professeur anglais.

A la suite de travaux nombreux et importants sur la génération spontanée, un savant français, M. Pasteur, avait résumé, dans un Mémoire très-complet [1], les recherches qu'il avait faites sur ce sujet et en particulier sur la présence dans l'atmosphère de corpuscules organiques, cause véritable de la génération appelée, par erreur, spontanée. Il avait réussi, en filtrant l'air à travers du coton poudre, et en dissolvant dans l'alcool ce coton, a recueillir un très-grand nombre de ces corpuscules qui, vus au microscope, se sont montrés organisés. Il a montré que ces corpuscules disparaissent quand on fait passer l'air où ils sont suspendus à travers un tube de platine porté au rouge ; de l'air calciné ainsi devient inactif, et ne produit plus, en étant mis en contact avec un liquide, les moisis-

[1] *Annales de Chimie et de Phys.*, 3me série, tome LXIV, p. 5 (1862).

sures et autres altérations qu'on attribuait à la génération spontanée. Il en est de même de l'air pris à de grandes hauteurs, et même, sauf de rares exceptions, de l'air pris au fond d'une cave, ce qui tient à ce que cet air non agité laisse tomber les poussières à la surface du sol, dans l'intervalle des agitations qu'un observateur peut y provoquer par ses mouvements et par les objets qu'il y transporte. Tous ces faits ont été établis de la manière la plus irréfutable par M. Pasteur, les derniers en particulier, en opérant sur de l'air pris dans les caves de l'Observatoire de Paris.

Il résulte donc des nombreux travaux entrepris par M. Pasteur en vue d'expliquer le phénomène des générations, dites spontanées, que l'atmosphère est généralement chargée, en plus ou moins grande proportion, de matières organiques, dont la plupart sont des germes qu'on ne peut apercevoir qu'au moyen du microscope. Ce fait, déjà soupçonné par plusieurs savants, établi d'une manière certaine par l'habile chimiste français, me conduisit à croire qu'il pourrait donner l'explication d'un phénomène bien connu des physiciens, et déjà signalé par de Saussure dans un Essai sur l'hygromètre. Voici comment je m'exprimai, en 1865, dans le discours d'ouverture que je prononçai le 21 août, en ma qualité de Président de la Société helvétique des Sciences naturelles, qui se réunissait cette année-là à Genève [1] :

« L'importance du rôle que joue dans les phénomènes astronomiques la transparence plus ou moins grande de l'atmosphère n'est ignorée de personne ; il y a plus, cette transparence est elle-même un phénomène météorolo-

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), tome XXIV, p. 54 et suivantes.

gique des plus curieux. Il n'est pas un habitant de nos vallées qui ne sache que l'un des présages les plus certains de la pluie est la netteté, accompagnée d'une coloration azurée, avec laquelle on aperçoit quelquefois les montagnes éloignées. Cet aspect accuse la présence d'une grande humidité dans l'air; mais on se demande comment il se fait que cette humidité facilite la transmission de la lumière, tandis qu'elle arrête celle de la chaleur rayonnante.

« Notre atmosphère, surtout dans ses courbes rapprochées du sol, est, ainsi que cela résulte des belles recherches de M. Pasteur, remplie d'une foule de germes organiques, qui sont naturellement opaques, mais qui deviennent transparents en vertu de leur nature éminemment hygrométrique, quand ils absorbent l'eau qui se trouve dans l'air où ils flottent. Lorsque l'atmosphère est sèche, il leur arrive en général de former comme un léger brouillard, qui intercepte un peu la lumière des objets éloignés; mais dès que survient une humidité générale et un peu forte, le brouillard disparaît, soit parce que les germes qui le formaient sont devenus transparents, soit parce que l'eau qu'ils ont absorbée les ayant rendus plus pesants, ils sont tombés sur le sol. Telle serait, suivant nous, la cause la plus fréquente de ces changements si frappants dans la transparence de l'atmosphère, qui se manifestent souvent de la manière la plus inopinée, mais qui coïncident toujours avec des variations d'humidité. N'y aurait-il donc pas quelque intérêt à comprendre le degré plus ou moins grand de transparence de l'atmosphère dans le nombre des éléments météorologiques soumis à une détermination régulière, et à en saisir les rapports avec la pression, la température, l'humidité et

la hauteur de la couche d'air où se fait l'observation? C'est là une question que je vous soumets, Messieurs, en ajoutant que, grâce à un appareil construit dans ce but, d'après les conseils et sous la direction de M. Thury, et que j'aurai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société, ce genre d'observation pourrait se faire avec facilité et exactitude. »

L'appareil dont il s'agit, qu'on pourrait nommer un *photomètre atmosphérique*, avait été installé à l'Observatoire de Genève, où il fut visité et étudié par un grand nombre de savants réunis à cette époque à Genève. Il a dès lors été utilisé pour des observations dont j'ai déjà recueilli un grand nombre, et dont je ferai connaître incessamment les résultats.

Plus tard, en 1867, je communiquai à l'Académie des Sciences de Paris [1] une notice dans laquelle je donnai une description détaillée du nouveau photomètre, en la faisant précéder de quelques considérations sur l'application que je voulais en faire à la détermination de la transparence de l'air. Cette notice fut insérée dans les *Annales de Chimie et de Physique* [2]. Je reviendrai plus tard sur la construction du photomètre, en publiant les observations auxquelles il a servi.

Je me bornerai, pour le moment, à résumer en peu de mots les considérations exposées dans la notice à laquelle je viens de faire allusion.

Après avoir rappelé les observations de de Saussure et celles de Humboldt sur la transparence plus ou moins grande de l'air suivant diverses circonstances, je cherche à montrer, comme je l'avais déjà fait en 1865 dans mon

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome LXIII, p. 1221.
[2] *Annales de Chimie et de Phys.*, tome XII, p. 243.

discours à la Société helvétique, que c'est aux poussières en suspension dans l'air qu'on doit attribuer l'espèce de brouillard qui intercepte ordinairement un peu la lumière des objets éloignés, mais qui disparaît dès que survient une humidité générale, soit parce que ces matières qui le formaient, étant d'une nature organique, deviennent pour la plupart transparentes en absorbant la vapeur aqueuse, soit surtout parce que l'eau qu'elles ont absorbée les rendant plus pesantes, les fait tomber sur le sol.

Telle serait, suivant moi, la cause la plus fréquente de ces changements si frappants dans la transparence de l'atmosphère, qui se manifestent souvent de la manière la plus inopinée, mais qui coïncident toujours avec des variations d'humidité.

Il y a plus : si la présence de la vapeur aqueuse rend l'atmosphère transparente quand elle renferme des germes organiques, cette présence n'est plus nécessaire en l'absence de ces germes. C'est ce qui explique pourquoi, en hiver, les montagnes sont visibles au plus haut degré quand l'air est très-sec, pourquoi l'air est si transparent sur les plaines de neige, pourquoi, ainsi que l'a observé Humboldt, il en est de même pour l'atmosphère du pic de Ténériffe par le vent d'Est qui y apporte l'air d'Afrique, lequel, n'ayant emprunté aucune exhalaison organique aux déserts d'où il vient et à la mer sur laquelle il a passé, n'a pas besoin d'humidité pour être transparent. C'est, au contraire, dans la saison chaude et dans les mois où la vie organique a le plus d'activité que l'air est le plus chargé de cette espèce de vapeur sèche qui, par les temps les plus sereins, diminuent d'une manière notable la visibilité des objets les plus éloignés.

J'ajoute plus loin, en montrant l'intérêt qu'il y aurait

pour la science à comprendre la transparence de l'atmosphère dans le nombre des éléments météorologiques soumis à une détermination régulière : « Ce genre d'observations présenterait de l'intérêt, non-seulement pour la science proprement dite, mais peut-être aussi pour la médecine au point de vue de l'hygiène et des maladies épidemiques. Il est bien probable, en effet, que les miasmes dont M. Boussingault avait déjà, dans son beau travail publié en 1834, démontré la nature hydrogénée, sont dus à ces germes organiques dont la présence dans l'atmosphère et la chute sur le sol, seraient accusées, d'une manière passablement exacte, par le plus ou moins de transparence de l'air. »

J'arrive à la conférence faite par M. Tyndall à l'Institution royale de Londres le 21 janvier dernier.

La lumière solaire, en passant à travers une chambre obscure, révèle sa trace en illuminant la poussière qui flotte dans l'air. « Le soleil, dit Daniel Cuberwell, découvre des atomes alors même qu'ils sont invisibles à la lumière d'une bougie, et les fait danser tous au sein de ses rayons. »

Voilà comment débute M. Tyndall : puis il expose comment, dans ses recherches sur la décomposition des vapeurs par la lumière, il fut forcé de chercher à se débarrasser, dans les tubes contenant ces vapeurs, de cette poussière flottante invisible à la lumière diffuse, mais dont un rayon de lumière fortement condensée révélait la présence. En vain essaya-t-il de placer dans les tubes où il faisait passer l'air, soit des fragments de verre imprégnés d'acide sulfurique, soit des fragments de marbre mouillés

avec une forte solution de potasse caustique. Il ne put le dépouiller ainsi de cette matière flottante. Il fut plus heureux en le faisant passer avec soin sur la flamme d'une lampe à alcool. La matière flottante n'apparaissait plus ; seulement, lorsque l'air avait passé trop rapidement à travers la flamme, on retrouvait dans le tube à expérience un nuage bleu très-fin. La matière flottante était donc de la *matière organique*, puisqu'elle avait été brûlée par la flamme, et le nuage bleu fin était la fumée des particules de cette matière qui se montrait quand la combustion n'avait pas été parfaite.

Une série d'expériences faites au moyen d'un tube de platine dans lequel se trouvait un rouleau de toile en fil de platine, a montré que toutes les fois que l'air du laboratoire était transmis à travers ce tube chauffé ou rouge, le tube devenait *vide optiquement*, tandis qu'il restait plein de particules si la température restait basse. La phrase *vide optiquement* exprime que, lorsque les conditions d'une combustion parfaite sont réalisées, la matière flottante disparaît entièrement. Seulement, si le passage de l'air à travers le tube de platine chauffé au rouge est trop rapide, la combustion de la matière flottante reste imparfaite et on voit apparaître dans le tube le nuage bleu très-fin dont nous avons déjà parlé.

Ayant ainsi prouvé que les particules qui flottent dans l'atmosphère de Londres sont de nature organique, M. Tyndall essaya de les brûler de différentes manières. L'une de ses expériences les plus curieuses fut de placer une lampe à alcool au sein d'un faisceau lumineux qui illuminait fortement la poussière du laboratoire. On voyait alors autour du bord extérieur de la flamme un tourbillon d'obscurité ayant l'apparence d'une fumée très-

noire ; mais ce n'était pas de la fumée, puisqu'un fer chauffé au rouge et surtout une flamme d'hydrogène produisaient les masses noires tourbillonnantes en bien plus grande abondance encore que la flamme d'alcool. Ces masses noires étaient donc tout simplement l'obscurité résultant de l'absence sur la trace du faisceau lumineux de toute matière propre à disperser la lumière, c'était, en un mot, le noir des espaces stellaires. Lorsqu'on plaçait la flamme au-dessous du faisceau, la matière flottante était brûlée sur place, et l'air libéré de cette matière montait dans le faisceau, rejetant de côté les particules flottantes et substituant à leur lumière leur obscurité propre due à leur transparence parfaite. Rien ne peut mettre en évidence d'une manière plus concluante l'invisibilité de l'agent qui rend toutes choses visibles.

On peut, sans brûler les particules, produire un courant d'obscurité ; c'est ce qu'a fait M. Tyndall en faisant traverser le faisceau lumineux par un fil tendu de platine traversé par un courant voltaïque. En augmentant graduellement la force du courant et par conséquent la température du fil, on voit, même avant qu'il ait atteint la température d'ignition, s'en échapper par ascension un courant d'air plat qui, vu par son bord, se montre plus noir et mieux défini que l'une des raies les plus noires de Frauenhofer, dans le spectre solaire. A droite et à gauche de cette bande obscure verticale, s'élève la matière flottante en délimitant d'une manière bien nette le courant d'air non lumineux. Le phénomène tient à ce que le fil chaud raréfie l'air qui est en contact avec lui, mais il ne rend pas la matière flottante aussi légère. Le courant ascendant d'air pur monte donc à travers les particules, les entraînant après lui à droite et à gauche, mais

formant entre elles une ligne noire de séparation qu'elles ne franchissent pas.

L'oxygène, l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique, préparés de manière qu'ils ne contiennent pas du tout des particules flottantes, produisent aussi de l'obscurité lorsqu'on les verse ou qu'on les projette dans le faisceau.

Passant à un autre ordre de considérations, M. Tyndall rappelle les différentes recherches et découvertes faites sur l'influence des matières organiques suspendues dans l'air, soit à l'explication de la fermentation, soit à celle des maladies épidémiques. Il montre par divers exemples, en citant divers auteurs, comment la présence de germes organiques est liée à celle de certaines maladies et de certains accidents médicaux. Il signale donc, d'accord avec plusieurs célèbres médecins, la fâcheuse influence sur l'hygiène de cette poussière organique suspendue dans l'air. C'est surtout dans l'acte de la respiration que cette poussière est le plus absorbée par le corps humain, et voici deux expériences intéressantes faites par M. Tyndall dans sa conférence, qui le démontrent d'une manière frappante.

Après avoir prouvé qu'une des meilleures manières de débarrasser l'air de ces matières flottantes, est de le filtrer à travers une ouate de coton qui ne soit pas trop serrée, il ajoute que la respiration de l'homme offre l'exemple de beaucoup le plus intéressant et le plus important de ce procédé de filtration. Pour le démontrer, il remplit ses poumons d'air ordinaire et souffle par un tube de verre à travers le faisceau de lumière électrique. L'haleine, dépouillée de son humidité par un procédé très-simple, imprime à la matière flottante un mouvement transversal; mais la poussière qui sort des poumons rem-

place les particules déplacées. Cependant, au bout de quelque temps, apparaît sur le faisceau un disque sombre dont l'obscurité augmente jusqu'à ce que finalement, vers la fin de l'aspiration, le faisceau semble comme percé par un trou d'un noir intense, dans lequel on ne peut discerner aucune particule. En effet, l'air a si bien logé ses impuretés dans les poumons, que les dernières parties de l'haleine aspirée sont absolument privées de ces matières en suspension.

Par contre, après avoir expulsé l'air de ses poumons aussi complétement que possible, M. Tyndall applique une poignée de coton contre sa bouche et ses narines, et aspire l'air à travers ce coton. Alors en aspirant cet air ainsi filtré à travers un tube de verre, ont voit dès le commencement de l'aspiration, contrairement à ce qui se passait précédemment, qu'il ne contient aucune matière flottante, car dès le commencement de cet acte d'aspiration, le faisceau lumineux est percé d'un trou obscur; la première bouffée sortie des poumons fait disparaître la poussière éclairée et met à sa place une tache obscure, et l'obscurité continue pendant tout le temps que dure l'aspiration.

M. Tyndall trouve dans ce fait la véritable raison philosophique d'une pratique suivie par les médecins, plus par instinct que par raisonement : c'est l'habitude qu'ils ont de tenir dans une atmosphère contagieuse leur mouchoir appliqué contre leur bouche et de respirer à travers. En faisant ainsi ils arrêtent, sans le savoir, les impuretés organiques suspendues dans l'air, tandis que si le poison était un gaz, il ne serait pas arrêté par ce moyen.

Après avoir été témoin des expériences de M. Tyndall, le docteur Bence Jones les répéta aussitôt avec un mouchoir de soie, et le résultat fut le même ; mais

cette expérience montra cependant que le coton est un filtre bien plus efficace. M. Tyndall recommande l'emploi de respirateurs formés de filtres de coton, regardant comme très-probable que les germes qui se logent dans les voies aériennes et qui peuvent peu à peu pénétrer à travers la membrane muqueuse, sont ceux qui engendrent dans le corps des maladies épidémiques. Au moyen de respirateurs de ce genre, on pourrait respirer dans la chambre d'un malade un air aussi pur de germes que l'air des sommets les plus élevés des Alpes.

La conférence de M. Tyndall a soulevé, en Angleterre, quelques réclamations au sujet de la priorité de la découverte de la présence dans l'atmosphère de poussières organiques en suspension. On a remarqué que déjà en 1846 le Dr Angus Smith l'avait signalée à l'attention des observateurs, et en avait fait l'objet d'une communication à l'Association Britannique, dans laquelle il exposait les résultats qu'il avait obtenus en faisant passer pendant trois mois plus de mille gallons d'air à travers de l'eau dans laquelle il avait fini par recueillir les germes déposés. Il était revenu sur ce sujet, en 1868, à l'occasion de la maladie épidémique des bestiaux. Les recherches du Dr Thomson, en 1854, en confirmant celles du Dr Angus Smith, montraient qu'on pouvait obtenir, en recueillant les impuretés suspendues dans l'air extérieur près d'un hôpital où sévissait le choléra, une espèce de champignon (*fungus*) formé de l'agglomération de sporules semblables à celles qui donnent naissance à des végétaux, mélangés avec une certaine quantité de matière fuligineuse, provenant probablement de la fumée des cheminées situées dans le voisinage.

Laissant de côté quelques autres recherches, en particulier celles de M. Samuelson en 1863, je me borne à extraire encore quelques détails intéressants d'une conférence faite à la Société littéraire et philosophique de Manchester, en mars 1868, par le Dr Angus Smith.

Le Dr Angus Smith expose qu'il a employé, sur une plus grande échelle, le même procédé dont il s'était servi pour recueillir les matières suspendues dans l'air, en faisant passer pendant très-longtemps une quantité d'air considérable à travers la même masse d'eau. En examinant ce dépôt au microscope, M. Dancer a été conduit à reconnaître que dans une seule goutte d'eau il y avait au moins 250000 spores, ce qui fait un total de 37 $^1/_2$ millions pour les 150 gouttes d'eau qui contenaient cette matière organique. Cette manière artificielle de laver l'air en le débarrassant de ses spores, par son passage à travers l'eau, a conduit M. Angus Smith à se demander si la pluie ne remplit pas naturellement le même office. En effet, il a trouvé de très-grandes différences entre la pluie tombée dans une contrée et celle tombée dans une autre, quant à la quantité de matières organiques qui y est contenue. Avec de l'air pur on a de la pluie pure; celle-ci donc lave l'air, comme on devait s'y attendre. Ce point touche à une question sanitaire d'une très-grande importance.

Toutefois, M. Angus Smith remarque avec raison que dans de l'air parfaitement sain, on trouve des matières organiques suspendues; il ajoute que, dans une foule de circonstances, l'homme se trouve impunément en contact avec un air chargé d'une quantité surabondante de matières organiques, comme dans l'opération du tannage, dans les étables, etc. Les parfums des plantes et toutes

les exhalaisons végétales et animales, au milieu desquelles on vit, appartiennent à la catégorie des poussières flottantes dans l'atmosphère. Nous ne devons donc pas craindre, d'une manière générale, la présence dans l'air de matières organiques; c'est leur nature, bien plus que leur présence, qui peut présenter quelque danger. Peut-être aussi celles qui amènent la fermentation peuvent-elles produire un effet fâcheux, en diminuant la quantité d'oxygène dans l'air.

Mais, outre des matières organiques, l'air tient aussi en suspension des substances minérales et inorganiques; on doit en trouver bien plus dans les localités industrielles que dans les campagnes. Il est des cas où ces substances, soit par leur nature, soit par leur abondance, peuvent être fâcheuses pour la santé, et où il faut chercher à en purifier l'air, c'est en particulier lorsqu'il s'agit des usines et de certaines fabriques. Dans les circonstances ordinaires elles ne présentent pas de danger; néanmoins, la propreté, la ventilation, l'usage de viandes fraîches et d'eau bien-pure, sont avec la tempérance des moyens bien suffisants pour maintenir la population en bonne santé, même dans une ville comme Londres.

Ajoutons néanmoins que l'étude des matières organiques suspendues dans l'air, dont plusieurs, nous le reconnaissons, peuvent être innocentes, pourra rendre un grand service à l'hygiène, en particulier dans le cas de maladies épidémiques. L'influence des eaux dans les maladies typhoïdes est assez démontrée pour qu'il soit impossible de nier l'effet fâcheux que peuvent avoir les impuretés qu'elles renferment; celle des averses de pluie, de la direction et de l'intensité du vent dans les cas de choléra, ne peut non plus être contestée; il y a donc là une

question du plus grand intérêt. Et quand la conférence de M. Tyndall n'aurait eu d'autre résultat que d'attirer l'attention des savants et des médecins sur ce point particulier, elle n'en n'aurait pas moins rendu un très-grand service à l'hygiène publique.

Du reste, M. Tyndall a reconnu lui-même que, indépendamment des matières organiques, il y a également en suspension dans l'air à Londres des substances minérales ; il dit, en effet, que d'après une analyse faite par le Dr Percy, l'air recueilli près des murs du Musée britannique renferme 50 % de matières inorganiques ; mais il remarque en même temps que la poussière recueillie dans les chambres est complétement dépourvue de ces substances inorganiques qui, plus pesantes, tombent sur le sol, tandis que les organiques, plus légères, restent suspendues dans l'air. Il rappelle la remarque de M. Pasteur, qui dit : « Mais ici se présente une remarque : la poussière que l'on trouve à la surface de tous les corps est soumise certainement à des courants d'air qui doivent soulever les particules plus légères, au nombre desquelles se trouvent sans doute, de préférence, les corpuscules organisés, œufs ou spores, moins lourds généralement que les particules minérales. »

A. DE LA RIVE.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

L. Dufour. Note sur la différence entre la pluie et l'évaporation observée a Lausanne. *(Bulletin de la Société vaudoise des Sciences natur.*, tome X, n° 62.)

« Les observations météorologiques ont généralement pour objet un élément déterminé. On mesure la pression de l'air, sa température son humidité, la quantité d'eau qui tombe, etc., et dans les observations qui en sont faites, on cherche, autant que possible, à isoler les uns des autres ces divers éléments.

« Cette manière de procéder dérive d'une méthode qui est, sans aucun doute, excellente dans tout le domaine des sciences physiques, méthode qui consiste à distinguer et à séparer les phénomènes pour étudier chacun d'eux séparément. — Mais il est évident que les résultats fournis ainsi par nos observations météorologiques ne donnent que d'une manière assez imparfaite la représentation « du temps » comme il est entendu et apprécié par tout le monde. Le « temps qui règne » est une résultante de l'état du ciel, de la température et de l'état d'humidité de l'air, du vent, etc. Le jugement que l'on porte sur une saison ou sur une année, repose sur un ensemble complexe que ne fournit aucun instrument météorologique en particulier, et qui ne peut qu'assez imparfaitement se reconstituer, même par la réunion des données de chaque instrument pris à part. — La végétation est aussi une conséquence de la situation météorologique dans son ensemble. Sans doute, la température est l'élément essentiel : mais l'humidité de l'air, les vents régnants, l'action directe plus ou moins considérable du soleil, sont des fac-

teurs très-importants, et c'est parce qu'il est difficile de les faire entrer en compte qu'on a eu beaucoup de peine, jusqu'ici, à trouver des lois entre les résultats fournis par les instruments météorologiques et les diverses phases du développement de la plante.

« Il y aurait donc, ce me semble, un certain intérêt pour la météorologie à admettre aussi des observations dans lesquelles plusieurs éléments auraient eu leur part et qui seraient un résultat composé de diverses influences atmosphériques. — Des observations ainsi conçues forment le sujet de la présente *Note*.

« L'état de l'atmosphère, au point de vue de l'eau ou de la vapeur aqueuse, s'étudie à l'aide de trois sortes d'instruments : le pluviomètre, l'hygromètre et l'atmomètre. — Le pluviomètre fournit la quantité d'eau tombée en un lieu déterminé. Mais il est bien clair que ce renseignement, précieux sans doute, nous laisse ignorer les différences énormes qu'il peut y avoir entre des jours plus ou moins humides, plus ou moins couverts et tous sans pluie. L'hygromètre nous donne la quantité de vapeur contenue dans l'air à un moment donné. Mais il ne distingue pas, par exemple, entre un air saturé par le brouillard ou saturé parce que la pluie tombe avec abondance. La mesure de l'évaporation est une opération assez simple en elle-même; mais l'évaporation est malheureusement influencée, dans une forte proportion, par la situation et l'installation de l'atmomètre. On a généralement conseillé de placer l'appareil à l'abri du soleil, afin que l'évaporation dépende seulement de la température de l'air et de sa sécheresse et afin que le liquide ne puisse pas être directement réchauffé. Il doit être d'ailleurs à l'abri de la pluie. Mais il est bien évident qu'en protégeant ainsi l'atmomètre, on est obligé de placer un toit ou des écrans dans son voisinage, on gêne l'accès de l'air, et l'on sait combien le mouvement de l'air influe sur l'activité de ce phénomène.

« Il me semble qu'il serait intéressant, pour la météoro-

logie, de suivre d'une manière continue et *avec un seul appareil exposé à l'air absolument libre, la* différence *entre la chute de la pluie et l'évaporation.* On aurait ainsi une donnée qui ne serait pas sans intérêt, quoiqu'elle fût un élément météorologique complexe. Si l'on y réfléchit, on remarquera bientôt que cette donnée complexe entre pour une bonne part dans l'appréciation vulgaire du « temps qu'il fait. » L'activité plus ou moins grande de la végétation, dans une période déterminée, est aussi directement en rapport avec cette différence entre l'eau qui tombe et celle qui peut s'évaporer. Seulement, il faut laisser l'évaporation dépendre de tous les facteurs qui la rendent plus ou moins active, c'est-à-dire, la laisser se produire au soleil et à l'air tout à fait libre.

« J'ai commencé, il y a neuf ans déjà, des observations dans le sens qui vient d'être indiqué. Mais le procédé employé dans les quatre premières années a été modifié quelquefois et c'est seulement après quelques tâtonnements que je me suis arrêté à un appareil simple et permettant d'atteindre convenablement le but, c'est-à-dire la mesure de la différence entre la chute de la pluie et l'évaporation. Cet appareil, que je nommerai *siccimètre* pour abréger, a été observé d'une manière suivie depuis 1865 et il a fourni les résultats qu'on trouvera mentionnés plus bas.

« Le siccimètre se compose de deux vases cylindriques de zinc, s'emboîtant partiellement l'un dans l'autre. Le vase intérieur, *A*, a 50 centimètres de diamètre et 25 centimètres de profondeur; il reçoit, à sa partie supérieure, le vase *C*, qui présente la même surface, qui a 8 centimètres de profondeur, et qui fonctionne comme une sorte de couvercle du premier. Ce vase *C* s'emboîte d'environ 2 centimètres dans *A*. Il est retenu par un rebord convenable et présente, sur toute sa circonférence extérieure, une sorte d'avant-toit très-incliné qui protége la ligne d'intersection des deux vases et qui est destiné à empêcher l'eau glissant sur les parois extérieures de *C* de s'introduire dans *A*. — Sur le milieu du fond de *C*

(et traversant ce fond) est soudé un tube *P* de 1 $^1/_2$ centimètre de diamètre, qui s'élève jusqu'à 20^{mm} du niveau des bords du vase et qui, d'une autre part, descend jusque près du fond de *A*. — Deux anses convenablement placées permettent d'enlever le vase *C* et de le replacer sur *A*.

« On voit facilement que le vase supérieur pourra être rempli de liquide jusqu'au niveau du tube *P*. Toute nouvelle quantité d'eau ajoutée s'écoulera, par ce tube, dans *A*.

« On prévoit, d'après cette description, comment l'appareil fonctionne. — Pour le mettre en observation, on remplit d'eau le vase supérieur jusqu'au niveau du tube *P*, puis on abandonne l'instrument à l'air libre. L'évaporation superficielle abaissera le niveau dans le vase supérieur : la chute de la pluie, au contraire, tend à l'élever, et l'eau tombée qui excédera l'évaporation durant une période donnée, descendra en *A*. Après un certain temps, deux, trois, quatre . . . jours, on ira mesurer le niveau du liquide dans *C*, puis on enlèvera ce vase et on mesurera le niveau dans *A*. On saura évidemment s'il y a eu excès de chute d'eau ou excès d'évaporation et on connaîtra la différence. Après l'observation, l'appareil sera remis dans les conditions primitives : on videra *A*, puis on replacera *C*, qui devra être rempli d'eau jusqu'au niveau du tube *P*.

L'auteur indique ensuite les précautions et les moyens employés pour mesurer la hauteur de l'eau dans les deux vases, pour vider le vase inférieur lorsque cela devient nécessaire, pour préserver l'appareil des effets de l'expansion de la glace, en hiver ; pour tenir compte de la neige, etc.

« L'activité de l'évaporation dans un vase dépend, dans une certaine mesure, de la distance qui sépare les bords du vase du niveau du liquide. On conçoit d'ailleurs que l'influence de cette distance varie avec le diamètre des vases et elle diminue à mesure que ce diamètre devient plus grand. Pour que le mouvement de l'air, à la surface de l'eau, se fît le plus facilement possible, il faudrait que le niveau du liquide

fût sensiblement le même que celui des bords. Mais il y a deux motifs qui empêchent de réaliser cette condition. Lorsque l'air est violemment agité, il se forme de petites vagues dans le vase *C*; ces vagues viennent battre les parois, et il est bien évident qu'un peu d'eau s'écoulerait si le niveau du liquide était trop voisin des bords du vase. — Lorsque la pluie est très-forte et que des gouttes volumineuses arrivent avec une certaine vitesse, elles produisent à la surface de l'eau un rejaillissement assez considérable. Ce rejaillissement ferait sortir un peu d'eau du vase si le liquide affleurait les bords. — Afin d'éviter ces deux causes d'erreur, j'ai laissé une distance de 20^{mm} entre les bords du vase *C* et l'ouverture du tube *p*; le niveau de l'eau de ce vase est donc toujours à 20^{mm} au moins des bords.

« Quelques essais comparatifs ont montré que, vu la grande surface de l'appareil, l'évaporation, avec cette dépression du liquide, est sensiblement la même que si l'eau affleurait les bords — au moins lorsque le temps est calme.....

« Lorsque, par les progrès de l'évaporation, le niveau baisse notablement dans *C*, cette évaporation tend à se ralentir, parce que le niveau du liquide se trouve de plus en plus profondément dans le vase. Ainsi, à rigoureusement parler, les observations ne sont jamais absolument comparables; la marche même du phénomène crée des circonstances à chaque instant nouvelles — et il en est évidemment ainsi dans tous les atmomètres employés. Mais si, à des époques peu éloignées, on ramène dans le vase *C* le niveau primitif, en ajoutant de l'eau, on aura évidemment des conditions peu différentes les unes des autres et suffisamment comparables. — Afin de ne pas permettre un trop grand abaissement du niveau, sans toutefois rendre les mesures trop fréquentes et par conséquent assujettissantes pour un seul observateur, j'ai observé, dans les trois dernières années (1867, 1868 et 1869), tous les deux jours. Quelquefois, et surtout lorsque l'évaporation est moins active ou qu'il y a

excès de chute, j'ai laissé s'écouler trois jours, rarement quatre, entre deux observations successives.

« L'appareil étant librement exposé aux rayons du soleil, il s'échauffe naturellement beaucoup dans les chaudes journées de l'été. Ce qui favorise encore ce réchauffement, c'est que le fond du vase *C* ne repose pas sur le sol. Lorsque la température de l'air est de 25 à 30° et que le soleil brille, j'ai trouvé souvent l'eau à 37 ou 38°. Ainsi, l'activité de l'évaporation, dans le siccimètre, dépend non-seulement de la température de l'air, mais aussi de la durée et de l'intensité de l'insolation directe, par conséquent de l'état couvert ou découvert du ciel... .

« Parmi les causes imprévues qui viennent influer sur l'évaporation, je citerai les poussières flottant en plus ou moins grande abondance dans l'air. A certains moments, par certains courants d'air, la surface du vase *C* se recouvre assez promptement de ces poussières terreuses, sablonneuses, végétales (pollen), etc. J'ai vu, plus d'une fois, cette couche de poussière être assez abondante pour gêner probablement le libre déplacement de l'air qui est en contact immédiat avec le liquide. C'est là un facteur qui doit modifier un peu l'évaporation et contre lequel on ne peut pas se préserver si l'on veut avoir un vase exposé tout à fait librement à l'air. Par ce seul motif, le renouvellement assez fréquent du liquide dans le vase *C* est, je crois, une bonne précaution.

« L'appareil décrit est exposé librement à l'air. Le vase *A* est complétement enseveli dans le terrain. Le vase *C* s'élève donc d'une petite quantité au-dessus du sol avoisinant (terrain gazonné). J'ai placé d'ailleurs l'instrument dans la position la plus favorable dont je pouvais disposer pour qu'il eût un horizon passablement découvert, qu'il ne reçût pas l'ombre des arbres et qu'il « vît » le soleil le plus complétement possible.

« La *situation* du siccimètre est, sans aucun doute, un facteur qui doit influer sur les résultats obtenus. La situation

influe déjà un peu, on le sait, sur les indications des pluviomètres ordinaires; elle influe probablement davantage sur toutes les mesures d'évaporation. Il serait difficile de trouver, pour des appareils comme celui dont il s'agit ici, deux installations assez pareilles pour que leurs résultats fussent rigoureusement comparables. Mais cette difficulté est inhérente à toutes les observations d'évaporation faites jusqu'ici, et elle atteint tous les appareils qu'on a proposés, qu'ils soient exposés au soleil ou qu'ils soient placés à l'ombre. — Les données relatives à l'évaporation constatée dans des lieux différents étant affectées de cette influence de l'installation locale, je crois qu'il est illusoire de chercher à les comparer d'une façon trop minutieuse. Cette remarque s'applique en plein à l'appareil qui fait le sujet de cette *Note*, et je pense que c'est seulement avec une certaine approximation qu'on pourra comparer les résultats fournis par des instruments analogues observés dans des lieux différents. Mais il y aura toujours un grand intérêt à comparer les données fournies par un même instrument durant des saisons ou des années successives, dans un même lieu, et c'est surtout cette comparaison que j'avais en vue en entreprenant ce genre d'observations.

« Il résulte de tout ce qui précède que la *différence* entre la chute et l'évaporation, telle que la fournit le siccimètre, dépendra d'un ensemble varié de circonstances. Elle dépendra de la quantité d'eau qui tombe, de la température et de l'humidité de l'air, de l'état de repos ou d'agitation de l'atmosphère, de la durée d'action des rayons solaires, par conséquent de l'état serein ou couvert du ciel, etc. Ce sera donc une donnée météorologique fort complexe ; mais une donnée qui se rapprochera, je crois, de cette résultante météorologique de laquelle dépend la végétation et qui intéresse le plus les travaux agricoles. La végétation ne dépend exclusivement ni de la température, ni de l'humidité, ni de l'action solaire, ni de la pluie ; mais elle dépend d'une certaine com-

binaison de toutes ces influences et elle est une résultante analogue à celle que constate et mesure le siccimètre.

« Parmi les influences qui ont leur part dans les variations du siccimètre, la pression de l'air est vraisemblablement la moins importante à considérer. En un même lieu, en effet, les changements de la pression sont toujours peu considérables et ce n'est pas cette variation-là qui serait sensible au siccimètre. En revanche, une augmentation d'altitude un peu considérable occasionnerait sans doute, toutes choses d'ailleurs égales, une évaporation plus active.

« J'ai à peine besoin de faire remarquer que l'évaporation fournie par le siccimètre n'est nullement celle du sol lui-même. Le sol évapore abondamment pendant qu'il est mouillé, et plus ou moins suivant l'état de sa surface (terres, plantes plus ou moins grandes, etc.); mais dès que le beau temps a duré quelques jours, la couche superficielle est passablement desséchée et elle fournit moins de vapeur que la surface aqueuse du siccimètre.

« L'appareil qui vient d'être décrit et discuté a été observé à Lausanne, depuis le 1er janvier 1865.....

« Les résultats obtenus avec le siccimètre se prêtent singulièrement bien à une représentation graphique, et il est facile de construire, avec ces résultats, une courbe qui s'élève ou s'abaisse pour représenter les augmentations ou les abaissements du niveau d'une couche liquide librement exposée à la pluie ou à l'évaporation.

« L'axe des temps est horizontal. Sur des perpendiculaires à cet axe, menées à chaque jour d'observation, on a porté des longueurs qui représentent la différence entre l'eau tombée et l'eau évaporée depuis le commencement de l'année météorologique jusqu'à ce jour-là. Ces longueurs ont été menées dans le sens positif, quand il y a excès de chute, et dans le sens négatif, quand il y a excès d'évaporation avec une réduction à $^1/_4$ des quantités réelles.

« On obtient évidemment ainsi une courbe qui représente

fort bien la variation même qu'a subie la couche liquide exposée à la pluie et à l'évaporation. Là où la courbe s'élève, il y a eu excès de chute; là où elle s'abaisse, excès d'évaporation. Suivant que la courbe est plus ou moins fortement inclinée sur l'axe, on a, pour des temps égaux, des excès plus considérables ou plus faibles, soit de l'évaporation sur la pluie, soit de la pluie sur l'évaporation.»

L'auteur donne ensuite un résumé des observations faites durant les quatre années 1865 à 1868, et la courbe siccimétrique pour chacune de ces années.

On remarque, entre autres, les deux caractères si différents des années 1866 et 1868. Dans la première, la courbe s'élève presque continuellement et l'année finit avec un *excès de chute* de 690^{mm}. Dans la seconde, la courbe siccimétrique s'abaisse, d'une façon générale, de la fin d'avril jusqu'au milieu de septembre, indiquant ainsi que l'évaporation l'emportait sur la chute. Dans l'année 1868, il y a un *excès d'évaporation* de 278^{mm}.

M. Dufour fait observer qu'une période de quatre années est trop courte pour qu'on puisse en déduire des résultats moyens ayant une grande importance. C'est donc seulement à titre de renseignement approximatif qu'il donne les valeurs moyennes suivantes : l'excès moyen annuel de la pluie sur l'évaporation a été 268^{mm}. La valeur moyenne de l'évaporation annuelle a été 669^{mm}.

On sait, d'après *dix années* d'observations de M. Marguet, que la chute moyenne annuelle, à Lausanne, est de 1095^{mm}.

Quant à l'évaporation en 24 heures, elle varie naturellement beaucoup, suivant la température, l'état d'humidité de l'air, etc. Dans les plus belles et les plus chaudes journées de l'été, l'évaporation a atteint, habituellement, de 6 à 8^{mm}. Rarement, et lorsque la chaleur était accompagnée d'un vent assez fort du nord, l'évaporation diurne a atteint 9^{mm}.

J.-N. Lockyer. Remarques sur l'éclipse récente du soleil telle qu'elle a été observée aux États-Unis[1]. (*Proceedings of the Royal Society* du 27 janvier 1870, t. 18.)

L'auteur a annoncé à la Société Royale, dans sa séance du 27 janvier dernier, avoir reçu de MM. les professeurs Winlock, Morton et Newton, des photographies et des détails non encore publiés au sujet de l'éclipse totale observée récemment en Amérique. Quelques éclaircissements relatifs aux points suivants restaient surtout à désirer : 1° Est-il possible d'établir une différence entre la chromosphère et la couronne ? 2° Quelle est la valeur réelle des indications photographiques de la structure de la base de la chromosphère par rapport aux photographies amplifiées de l'éclipse de 1860, obtenues par M. W. de la Rue ? 3° Quelle est la valeur de l'effet obscurcissant sur le spectre de la chromosphère dû à l'éclairage de l'atmosphère terrestre ? 4° Existe-t-il de l'hydrogène d'une température moins élevée au-dessus des proéminences ? 5° Peut-on, au moyen du spectroscope, constater la nature de la couronne pendant les éclipses du soleil ?

Quant à la première question, le Dr Gould a établi d'une façon incontestable que la chromosphère diffère totalement de la couronne. Ce savant écrit au professeur Morton comme suit :

« Une comparaison attentive avec mes propres dessins des belles photographies de la couronne faites à Burlington et à Ottumwa par MM. Mayer et Haines, m'a convaincu que l'éclat autour de la lune que l'on remarque dans les dessins faits au moment de l'éclipse totale, ne provient pas de la couronne, mais est bien l'image de ce que Lockyer a appelé la chromosphère. Plusieurs considérations tendent à établir la vérité de ce fait. D'abord, les directions du maximum d'éclat ne coïncident pas avec celles des grands faisceaux de rayons

[1] Cette éclipse, invisible à Paris, mais totale pour une grande partie des États-Unis d'Amérique, a eu lieu le 7 août 1869.

de la couronne. Les premières restent constantes, tandis que les dernières sont sujettes à des variations. Il existe un diamètre correspondant approximativement à l'axe du Soleil, près des extrémités duquel la radiation sur les photographies est un minimum, tandis que les rayons provenant de la couronne dans la même direction restent fortement lumineux pendant une bonne partie de l'éclipse totale. De plus, les rayons de la couronne ne sont pas en rapport apparent avec les protubérances, tandis que l'auréole qu'on aperçoit dans les photographies est plus marquée dans le voisinage de celles-ci. La protubérance principale, entre 230° et 245°, paraît constituer une limite sud à la radiation du côté ouest, tandis que dans toutes les photographies on voit une limite nord bien définie à environ 350°, l'arc intermédiaire étant partout garni des protubérances manifestées par la lune à la fin de l'éclipse totale. Les masses si remarquables de lumière floconneuse sur les segments suivants se trouvent des deux côtés de cette proéminence singulière à 93°, proéminence qui d'abord a paru ressembler à un épi de blé; mais qui, dans des dessins récents et lorsque la branche sud s'est trouvée plus en évidence, peut être plutôt assimilée à des cornes d'antilopes. Toute portion de cette auréole, visible dans les photographies, était cachée ou manifestée par le mouvement lunaire de la même manière que les protubérances elles-mêmes. D'autre part, les variations dans la forme de la couronne ne paraissaient nullement dépendre du mouvement de la lune. Les formes si élégantes et en même temps si singulières, dues aux agrégations spéciales de lumière du côté est, peuvent devenir d'une haute importance pour nous conduire à une connaissance plus exacte de la chromosphère. Ces agrégations lumineuses sont très-apparentes dans toutes nos photographies, mais spécialement dans celles obtenues le plus rapidement, telle que la première, prise à Ottumwa. Dans quelques-unes de celles faites postérieurement, les agrégations en question sont visibles de l'autre côté du soleil,

quoique d'une façon moins distincte; mais l'on voit ressortir d'une manière admirable le contour découpé et si irrégulièrement dentelé de la chromosphère tel qu'il est décrit par Janssen et Lockyer. »

La même lettre s'occupe de la seconde question. Les photographies américaines tendent à montrer que certaines apparences dans les photographies de M. W. de la Rue, qui représentent la chromosphère comme ondulée sur son côté inférieur, sont dues à une action de la surface lunaire, peut-être même à une atmosphère lunaire d'une extrême rareté. Il ne convient donc pas de confondre ces apparences avec d'autres qui pourraient être attribuées à une suspension possible de la chromosphère dans une atmosphère transparente, dans le cas où la photographie n'en représentât qu'une *section*.

Le Dr Gould m'écrit: « Vous remarquerez que quelques-uns des flocons de lumière les plus brillants, en forme de pétales, ont produit à leurs bases des dentelures apparentes dans le limbe de la lune analogues à celles qu'on observe à la base des protubérances. Ces dentelures sont dues évidemment, ainsi que je l'ai fait remarquer ailleurs, à une réflexion spéculaire de la surface lunaire. La simple inspection des photographies suffit pour lever tout doute à cet égard. »

Là où la lumière de la chromosphère est assez uniforme pour que l'effet actinique sur la plaque photographique soit à peu près égal, la base de la chromosphère est absolument continue dans les photographies américaines; mais dans le cas de quelques-unes des proéminences les plus considérables, notamment celles à + 146 (Young) et — 130 (Young), de fortes dentelures deviennent visibles sur le limbe lunaire.

3° L'auteur passe ensuite à l'examen de l'effet obscurcissant sur le spectre de la chromosphère dû à l'éclairage de notre atmosphère. Cet effet, dit-il, est plus frappant que je ne l'aurais voulu, mais pas plus considérable que je ne m'y attendais. Le professeur Winlock m'écrit à ce sujet: « J'ai examiné la principale protubérance avant, pendant et après l'é-

clipse totale. J'ai aperçu trois lignes (C près de D et F) avant et après l'éclipse totale, et onze pendant qu'elle durait. *Huit de ces lignes ont disparu subitement à la première apparence de la lumière solaire.* »

L'effet ci-dessus a été observé au moyen de deux prismes de flint-glass et sept pouces d'ouverture. Le professeur Young, avec cinq prismes de 45° et quatre pouces d'ouverture, a constaté le même résultat à la fin de l'éclipse totale dans la portion du spectre qu'il était chargé d'observer. Il m'écrit : « L'éclipse totale a pris fin au moment où j'achevais de mesurer la ligne 2602. *Cette ligne disparut instantanément*, mais la ligne 2796 (celle d'hydrogène près de G) ne reprit sa pâleur habituelle qu'au bout de près d'une minute. » M. Lockyer régarde ces observations comme étant de la plus haute importance, attendu qu'elles montrent que pour employer la nouvelle méthode d'observation dans les meilleures conditions possibles, il faut de larges ouvertures et un grand pouvoir dispersif.

4° Sur la quatrième question, savoir, s'il existe de l'hydrogène à une température moins élevée au-dessus des proéminences, les observateurs n'ont obtenu que des preuves négatives ; ce qui confirme l'opinion à ce sujet communiquée il y a déjà quelque temps par l'auteur à la Société Royale.

5° Nous arrivons maintenant à la question de la couronne. M. Lockyer se borne à la discussion des observations spectroscopiques de MM. Young et Pickering, combinées avec celles du Dr Gould citées précedemment. M. Pickering, au moyen d'un spectroscope chimique ordinaire dirigé sur le lieu occupé par le soleil pendant l'eclipse totale, a obtenu le spectre combiné des protubérances et de la couronne. Ce spectre était continu avec deux ou trois lignes brillantes ; l'une d'elles dans le voisinage de E, et l'autre près de C. M. Young, qui a employé un spectroscope spécialement adapté à ce genre d'observation, et dans lequel il n'a pu examiner qu'une partie de la proéminence à +146, a aperçu près

de D, une ligne C à 1250 ± 20, et une autre à 1350 ± 20 de l'échelle de Kirchhoff. L'auteur donne textuellement le reste des observations de M. Young : « Vint ensuite, dit-il, la ligne 1474 K, encore très-brillante, quoique beaucoup moins que C et D_3, et qui différait de ces dernières en ce qu'elle se prolongeait à travers la totalité du spectre. De plus, elle continuait à être visible lorsqu'on éloignait la fente des protubérances, tandis que D_3, placé sur le bord du spectre, disparaissait aussitôt. Il est donc évident que cette ligne n'appartenait pas au spectre de la protubérance, mais bien à celui de la couronne. Mon impression est, quoique je sois loin de l'affirmer avec certitude, que les deux lignes pâles, situées entre celle que je viens de décrire et D_3, se sont comportées de la même manière et appartiennent aussi au spectre de la couronne. L'observation de M. Pickering tend à me confirmer dans cette manière de voir. Ce savant s'est servi d'un spectroscope à un seul prisme, dépourvu de lentille, et ayant la fente du collimateur simplement dirigé sur le soleil. Il n'a ainsi aperçu que trois ou quatre lignes brillantes, la plus brillante près de E (1474). Or, c'est précisément ce qui devait arriver si cette ligne appartenait effectivement à la couronne, laquelle, par son étendue, a dû fournir à l'appareil beaucoup plus de lumière que celle qui pouvait provenir des proéminences. »

« Bientôt, continue M. Young, la lune s'était assez avancée pour qu'il devînt nécessaire de transporter la fente vers la grande proéminence située du côté opposé du soleil. Pendant que mon aide s'occupait de ce changement, j'ai dû, je pense, dans l'excitation du moment, avoir fait courir mon oculaire au delà de la région des lignes du magnésium avant que la fente eût été convenablement ajustée. Toutes ces lignes, en effet, m'ont échappées, bien qu'elles aient été aperçues par d'autres observateurs. La ligne F dans le spectre de la grande protubérance était vraiment magnifique, large à sa base, puis se recourbant et s'amincissant à mesure qu'elle

s'allongeait. Apparut ensuite une nouvelle ligne, aussi brillante que 1474, à 2602—2 de l'échelle de Kirchhoff. La position de cette ligne a été déterminée avec soin en la rapportant, au moyen du micromètre, à la ligne suivante 2796 K (hydrogène γ) qui était excessivement brillante. La ligne *h* était aussi distinctement visible, quoique beaucoup moins lumineuse. J'ai vu en tout neuf lignes brillantes. »

« Un spectre continu, pâle, sans traces de lignes obscures, était aussi distinctement visible. Sa lumière, vu à travers une tourmaline appliquée à l'œil, était fortement polarisée suivant un plan passant par le centre du soleil. Il est possible cependant, ainsi que l'a suggéré M. Pickering, que la polarisation en question ait pu être produite par les réfractions successives à travers les prismes. Cette explication a l'avantage d'écarter la difficulté provenant de l'absence de lignes obscures. »

M. Lockyer examine ensuite le spectre continu déduit des observations de M. Pickering. Il estime que, par suite de la méthode employée par cet observateur, lors même que la couronne serait due à l'atmosphère terrestre et fournirait un spectre à lignes obscures, des lignes appréciables par une lumière aussi faible seraient éteintes en grande partie par les lignes brillantes correspondantes dues à l'arc allongé de la chromosphère; et cela sans parler des proéminences, dans lesquelles il serait singulier que les lignes C, D, E, *b*, F, et plusieurs autres ne fussent pas renversées. Ce qui ajoute quelque probabilité à cette opinion, c'est que deux lignes brillantes ont été distinctement visibles près de C et près de E; et puisqu'il ne s'agit que d'approximations, ne pourrait-on pas lire, « près de C et F, » ce qui serait précisément conforme au résultat auquel on pouvait s'attendre.

M. Lockyer ajoute, au sujet du spectre continu observé par le professeur Young, la considération suivante: « En admettant, dit-il, que la couronne ne soit qu'un phénomène atmosphérique, ainsi que je l'ai déjà affirmé, il me semble

que son spectre doit être continu, ou à peu près tel; car ce spectre n'est-il pas autant dû à la lumière des proéminences qu'à celle de la photosphère, lumières qui du reste peuvent être regardées comme étant jusqu'à un certain point complémentaires l'une de l'autre.

F. Guthrie. Sur le rapprochement du aux vibrations. *(Proceedings of the royal Society*, novembre 1869.)

M. Guthrie, a remarqué que si l'on suspend un disque de carton dans le voisinage d'un diapason mis en vibration, le carton tend à se rapprocher du diapason. L'auteur rend compte d'une série d'expériences destinées à rechercher la cause de ce phénomène. Il montre d'abord qu'il ne s'établit pas, comme dans les expériences de M. Clément, des courants d'air permanents à la surface même du diapason. Il entre ensuite dans l'examen des modifications que subissent les tourbillons superficiels observés par Faraday sur la surface d'un diapason, lorsqu'on fait vibrer celui-ci dans le voisinage d'un plan sensiblement rigide, et montre, à cette occasion, qu'un disque de carton librement suspendu s'approche du diapason lorsqu'on présente au carton l'une quelconque des trois faces de celui-ci. Cette tendance à se rapprocher se manifeste même à des distances qui dépassent de beaucoup la limite des courants d'air remarquée par Faraday. En suspendant librement à son tour le diapazon, on acquiert la certitude que la tendance à se rapprocher dépend d'une action mutuelle entre celui-ci et le disque de carton. L'auteur montre que deux diapasons, mis en vibration, tendent à se rapprocher, quelle que soit la direction mutuelle de leurs plans de vibration. Il a cherché aussi à déterminer la tension moyenne de l'air dans laquelle se trouve un diapason à l'état de vibration, en renfermant l'une des deux fourches dans un tube de verre, et a réussi ainsi à constater un déplacement d'air dû aux vibrations du diapason.

M. Guthrie cherche ensuite à démontrer que l'équilibre entre deux forces égales et opposées, agissant sur un même corps, n'est pas troublé lorsque l'on soumet l'une de ces deux forces à des changements successifs d'intensité, égaux et instantanés en sens contraire. Il établit ce fait par l'expérience du plongeur de Descartes, dont l'équilibre n'est pas troublé lorsqu'on met en vibration l'eau dans laquelle il flotte.

L'auteur, dans le cours de ses expériences, a modifié de plusieurs manières la nature de la surface qui reçoit les vibrations : en lui donnant, par exemple, la forme d'un cylindre étroit fermé à l'une de ses extrémités, tantôt en carton, tantôt en coton de laine, etc. Il a trouvé que, dans tous les cas, le corps librement suspendu s'approche de celui qui est mis en vibration.

M. Guthrie conclut de l'ensemble de ses expériences que cette attraction apparente entre un corps librement suspendu et un corps sonore mis en vibration, est due à un effet de pression atmosphérique provenant de la dispersion des ondes sonores.

H. Knoblauch. Ueber den Durchgang, etc. Sur le passage de la chaleur rayonnante a travers le sel gemme et la sylvine. (*Poggendorff's Annalen*. t. CXXXIX, p. 150.)

L'article dont nous voulons rendre compte ici est une réplique à la note publiée il y a quelques mois sur le même sujet par M. Magnus. Ce dernier n'a donné encore que les principaux résultats du travail qu'il a entrepris sur l'émission et l'absorption de la chaleur obscure par les corps à de basses températures [1]. La principale conclusion de son travail était, on s'en souvient, que le sel gemme est *monothermique* comme les vapeurs de sodium sont *monochromatiques*. Il disait avoir constaté que ce corps n'émet à 150° qu'une seule

[1] *Archives des Sc. phys. et natur.*, 1869, tome XXXVI, p. 51.

espèce de rayons calorifiques et qu'il absorbe de même uniquement les rayons appartenant à ce groupe, laissant passer tous les autres ; de là sa diathermanéité presqu'absolue. On le voit, ses conclusions étaient en complet désaccord avec les idées de Melloni et de Knoblauch, généralement admises depuis la publication de leurs travaux et d'après lesquelles le sel gemme serait un corps absolument *athermochroïque*.

M. Knoblauch maintient néanmoins son ancienne manière de voir, et pour la justifier il a recherché si la chaleur émise à 150° par le sel gemme ou par la sylvine passe dans les mêmes proportions ou dans des proportions différentes à travers deux plaques, l'une de sel gemme, l'autre de sylvine, à la température ordinaire. S'il se trouve que chacune des deux substances exerce la même absorption sur les rayons émis par le sel gemme que sur ceux qui émanent de la sylvine, il sera difficile d'admettre que le premier de ces corps soit monothermique.

M. Knoblauch chauffait les deux plaques devant servir de sources de chaleur obscure à l'aide d'une lampe à alcool ou d'un bec de Bunsen placé derrière elle à une distance convenable. Le tout était disposé avant chaque expérience de façon à ce que le rayonnement direct de la plaque chauffée sur la pile thermoélectrique donnât toujours la même déviation au galvanomètre : cela étant, l'on observait la diminution produite par l'interposition d'une plaque de sel gemme ou de sylvine.

Par exemple : la chaleur directe émise par une plaque de sel gemme ayant donné une déviation de 13°, l'auteur trouva qu'elle se réduisait à 11° aussi bien par l'interposition d'une autre plaque de sel gemme que par celle d'une plaque de sylvine. Ayant eu ensuite une déviation de 13° également par le rayonnement direct d'une plaque de sylvine, il la vit se réduire à 11° par l'interposition de la plaque de sel gemme, et à 10°.75 par celle de la plaque de sylvine. Il ne semble donc pas qu'il y ait de différence dans le pouvoir absorbant de

ces deux substances pour les rayons émanant, soit de l'une, soit de l'autre d'entre elles.

Pour généraliser ce résultat, M. Knoblauch a opéré non plus seulement sur les rayons émis par une seule et même plaque de sel gemme et une seule et même plaque de sylvine parfaitement pures, mais il a étudié le passage à travers des plaques d'épaisseurs différentes de ces deux substances et à travers des plaques de verre, de rayons émis par des plaques de sel gemme et de sylvine de différentes dimensions, par des plaques de sel gemme mélangé d'anhydrite, par des plaques de sylvine contenant de la carnallite, enfin par une lampe Argand munie d'un cylindre de verre. Voici ce qu'il a obtenu.

Corps diathermane.	SURFACE RAYONNANTE.						
	Sel gemme pur.	Sel gemme pur d'autres dimensions	Sel gemme avec anhydrite	Sel gemme avec anhydrite d'autres dimensions	Sylvine pure.	Sylvine avec carnallite.	Lampe Argand avec cylindre de verre
Trois plaques différentes de sel gemme de 5mm d'épaisseur (même résultat toutes trois).	18°	18°	18°	18°	18°	18°	18°
Sylvine 4mm..	18°	18°	18°	18°	17,75	17,75	18°
Sylvine 4mm,5.	18°	18°	18°	18°	17,50	17,50	18°
Verre 1mm...	3°,5	3°,5	3°,5	3°,5	3°,5	3°,5	6°,00
Verre 3mm...	2°,0	2°,0	2°,0	2°,0	2°,0	2°,0	4°,25

D'où il suit que les trois plaques de sel gemme ont absorbé exactement dans les mêmes proportions les rayons de chaleur obscure émis par les sept surfaces rayonnantes différentes. Les rayons émis par le sel gemme et la sylvine purs ou impurs n'ont été ni plus ni moins absorbés que les rayons émis par une lampe, ce qui concorde avec les anciennes don-

nées expérimentales. Quant aux plaques de sylvine, leur pouvoir absorbant a été un peu plus fort pour les rayons émanant de cette substance même que pour toute autre espèce de rayons, mais cela d'une quantité excessivement faible. Enfin le verre s'est comporté suivant la loi admise et a absorbé les rayons de chaleur obscure en proportions beaucoup plus fortes que les rayons de chaleur lumineuse.

L'on voit aussi que, si d'une part le verre a exercé une grande absorption sur les rayons de chaleur obscure émanant d'une plaque de sel gemme, il n'en a point été de même pour le sel gemme lui-même, bien que ce corps doive, d'après M. Magnus, absorber une grande partie des rayons qu'il émet.

Nous n'insisterons pas davantage pour le moment sur cette question et attendrons la publication du Mémoire complet que le savant physicien de Berlin ne peut pas tarder à publier sur cet important sujet. E. S.

Spectres des gaz a différentes températures.

Les faits exposés par M. Wüllner dans ses deux importants Mémoires sur les spectres multiples de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote[1] ont été contestés depuis par M. Dubrunfaut dans une note insérée aux Comptes rendus de l'Académie des sciences[2]. Ce savant, après avoir exposé combien il est difficile de préparer des gaz parfaitement purs et combien il est difficile en particulier d'obtenir de l'hydrogène ou de l'oxygène ne présentant plus absolument la réaction spectrale de l'azote, cherche à interpréter les observations de M. Wüllner en invoquant l'impureté des gaz sur lesquels le physicien allemand aurait opéré. Il attribue la production

[1] Voir les extraits détaillés, que nous avons donnés de ces deux Mémoires, *Archives des Sc. phys. et natur.*, 1869, t. XXXV, p. 191, et t. XXXVI, p. 34.

[2] *Comptes rendus*, 15 décembre 1869, t. LXIX, p. 1245

des nouveaux spectres décrits par M. Wüllner à la présence de petites quantités d'azote [1] ou de vapeurs mercurielles. Ce n'était là qu'une simple hypothèse opposée aux conclusions d'un long et consciencieux travail, puisque M. Dubrunfaut n'a point cherché, jusqu'ici du moins, à prouver que les bandes ou les raies des spectres contestés par lui coïncidassent effectivement avec les bandes ou les raies des spectres de l'azote et du mercure. M. Wüllner [2] a répliqué en rappelant simplement les principales observations contenues dans ses deux Mémoires. Il insiste d'abord sur ce fait que le même tube lui a donné successivement les spectres de première et de seconde classe de l'hydrogène. Il montre ensuite que les nouveaux spectres attribués par lui à l'hydrogène et à l'oxygène diffèrent essentiellement du spectre de l'azote et de celui du mercure, d'où il suit que si l'on ne veut pas admettre que les spectres de l'hydrogène et de l'oxygène varient avec la pression, il faut admettre au moins que celui de l'azote est susceptible de changer complétement, suivant la nature des gaz auxquels il se trouve mélangé.

Voilà où en est le débat qui s'est élevé entre ces deux physiciens sur cette importante question d'analyse spectrale [3].

[1] Dans une note subséquente (*Comptes rendus*, 24 janvier 1870, t. LXX, p. 159), M. Dubrunfaut attribue les propriétés de l'oxygène ozoné à cette même cause, savoir à de l'azote préalablement mélangé à l'oxygène et qui, sous l'action de l'étincelle électrique, se transformerait en un composé azoté analogue à l'acide nitreux. Cette manière de voir, déjà si souvent discutée, ne peut guère se concilier avec les recherches qui ont été faites sur l'ozone : on obtient ce corps en proportions trop considérables pour qu'il semble possible de conserver de doute à cet égard

[2] *Comptes rendus*, 17 janvier 1870, t. LXX, p. 125.

[3] Depuis que cet article est composé, il a paru dans les *Comptes rendus* (28 févr. 1870, t. LXX, p. 448) une nouvelle note de M. Dubrunfaut sur ce sujet. Ce physicien dit avoir obtenu dans un tube contenant de l'hydrogène réputé pur un spectre à bandes au pôle négatif et un spectre à raies au pôle positif où la température est beaucoup plus élevée. Mais il persiste à voir là le résultat du mélange de deux gaz (hydro-

Mais si d'une part les conclusions de M. Wüllner au sujet de l'existence des spectres multiples des gaz simples ont été contestées sans grandes preuves à l'appui: d'autre part elles semblent confirmées par les nouvelles expériences entreprises sur ce sujet par le P. Secchi qui, lui, s'est immédiatement emparé de la découverte de M. Wüllner et s'est efforcé avec succès, semble-t-il, d'en faire l'application à l'étude du soleil et même de certaines étoiles fixes.

Dans une communication adressée de Rome à l'Académie des sciences sous la date du 2 novembre 1869[1], il signale, en le rapprochant des expériences de M. Wüllner, le fait que le spectre d'un gaz raréfié, traversé par la décharge électrique, n'est pas le même, suivant que l'on vise avec le spectroscope sur la partie capillaire ou sur les boules d'un tube de Geissler ou encore sur les gaînes lumineuses enveloppant l'une ou l'autre électrode[2]. « Ces faits, dit-il, sont intéressants en ce qu'ils montrent que sous la même pression les différences de température qui existent dans les différentes parties du circuit de la décharge suffisent à elles seules pour produire des altérations dans les spectres. »

A propos de la note du P. Secchi, M. Lecoq de Boisbau-

gène et azote), dont les spectres se produisent isolément dans des conditions de température différentes. La température qui régnait dans ce cas au pôle positif était particulièrement favorable à la production du spectre de l'azote, celle qui régnait au pôle négatif à la production du spectre de l'hydrogène. Nous devons observer cependant que M. Dubrunfaut n'a point établi encore l'identité existant, selon lui, entre le spectre de première classe de l'hydrogène de M. Wüllner et le spectre de l'azote. Son raisonnement ne repose que sur une analogie entre ces deux spectres. C'est toujours une simple hypothèse et point une démonstration rigoureuse qu'il oppose jusqu'ici aux faits avancés par M. Wüllner.

[1] *Comptes rendus*, 22 novembre 1869, t. LXIX, p. 1052.

[2] M. Dove a déjà observé, il y a une dizaine d'années, que le spectre donné par l'auréole négative dans un gaz raréfié, n'est pas le même que celui que l'on obtient au pôle positif. (*Archives des Sc. phys. et natur.*, 1858, t. III, p. 191, et *Poggend. Ann.*, 1858, n° 5.)

dran[1] annonce qu'il a constaté des différences du même genre entre les spectres des différentes parties de l'étincelle d'induction éclatant à l'air libre. Il rappelle en même temps que ce fait n'est pas spécial aux gaz, mais que les spectres d'un grand nombre de corps changent avec la température à laquelle on les soumet. C'est ainsi que le spectre fourni par une étincelle électrique jaillissant à la surface d'une dissolution, varie parfois considérablement d'une portion à l'autre du jet. D'autres fois et même dans la plupart des cas, il arrive simplement que l'éclat relatif de certaines raies du spectre est changé. Les raies demeurent les mêmes, seulement celles qui étaient les plus brillantes s'effacent et d'autres qui étaient faibles d'abord l'emportent sur elles en éclat. Souvent aussi, le spectre demeurant constant dans ses éléments principaux, de nouvelles raies apparaissent à côté des anciennes, lorsque la température augmente.

Le P. Secchi a repris dernièrement ses recherches sur les variations que subissent les spectres des gaz simples avec la température[2]. Il a étudié les différents spectres donnés par l'étincelle électrique lorsqu'on la fait passer dans un tube plein d'un gaz raréfié et composé de trois parties successives de diamètres différents. Ayant fait passer la décharge d'une machine électrique ordinaire dans un tube contenant de l'azote raréfié et formé de trois parties dont la première était capillaire, la seconde avait 3^{mm} de diamètre, et la troisième 12^{mm} à 13^{mm}, il observa que, avec une certaine longueur d'étincelle, on peut avoir simultanément dans le même tube trois spectres différents, savoir : dans la partie capillaire un spectre de second ordre à raies brillantes, et dans les deux autres deux spectres cannelés, dont l'un est le spectre à cannelures fines, décrit par Plücker, l'autre un spectre à cannelures plus larges, tellement espacées que trois d'entre elles occupent la place de huit.

[1] *Comptes rendus*, 6 décembre 1869, , t. LXIX, p. 1189.
[2] *Comptes rendus*, 10 janvier 1870, t. LXX, p. 81-84.

L'hydrogène, le chlore, le brôme ont fourni des résultats analogues.

Chacun de ces gaz a donné un spectre de première classe dans les tubes plus larges, et un spectre à raies ou de seconde classe dans le tube capillaire[1]. Le P. Secchi conclut que dans les gaz deux spectres différents peuvent se produire, sous la même pression, par la seule influence d'une variation de la section du tube, qui elle-même ne peut agir que par le changement de température qu'elle entraîne avec elle[2].

Le célèbre astronome romain s'était tout de suite efforcé, nous l'avons dit, d'appliquer à l'étude du soleil les faits nouveaux, mis en lumière par M. Wüllner. Ayant reconnu que dans le spectre de Sirius et des autres étoiles de ce premier type, les raies de l'hydrogène sont fort élargies et diffuses sur les bords, il en conclut, conformément aux observations du physicien allemand, que ce gaz serait incandescent à la surface de ces étoiles sous une pression qui peut aller jusqu'à trois atmosphères. A la surface du soleil cette pression atteint probablement 400^{mm} et plus, comme on peut le conjecturer d'après le spectre en *persienne*, que donnent les taches solaires et qui se rapproche du spectre de première classe de l'hydrogène obtenu par M. Wüllner à de hautes pressions.

Quant aux raies de l'hydrogène données par les protubé-

[1] Ces expériences peuvent s'exécuter indifféremment avec une machine électrique ordinaire ou avec une bobine de Ruhmkorff en introduisant une bouteille de Leyde dans le circuit.

[2] Dans une nouvelle lettre adressée à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, 28 février 1870, tome LXX, p. 431), le P. Secch annonce qu'il a produit successivement dans un même tube, suivant qu'il le soumettait ou non à l'action d'un fort électro-aimant, les deux spectres de première et de seconde classe de l'azote. Cette expérience est la même que celle que nous venons de citer, car le magnétisme a pour effet de condenser d'avantage le jet, et par conséquent d'augmenter la température en diminuant la section.

rances solaires, elles sont élargies à leur base, mais vont sans cesse en se rétrécissant dans les parties plus éloignées du disque solaire, où la température et la pression sont moins élevées. Il est évident qu'il y a encore de l'hydrogène au-delà de la région qui donne ces raies brillantes : seulement sa température est trop basse en ces points-là, pour que l'on puisse constater sa présence par les procédés mis en œuvre jusqu'ici. On a du reste la preuve de l'existence d'une couche d'hydrogène au-dessus de la chromosphère et au-dessus des protubérances, dans ce fait que la raie C de l'hydrogène apparaît partout sur le disque du soleil comme une raie obscure, plus étroite seulement au-dessus des proéminences que sur le reste du disque, et que cette raie n'est brillante qu'aux points où se trouvent des taches.

Il pourrait très-bien se faire que d'autres gaz fussent mélangés à l'hydrogène dans les régions limites du soleil, par exemple de l'azote : seulement comme le spectre à raies brillantes de ce gaz exige pour se produire une température beaucoup plus élevée que celle à laquelle l'hydrogène donne un spectre de seconde classe, il arriverait que, la température n'étant pas assez élevée dans ces régions-là, les rayons émis par l'azote produiraient seulement un spectre à bandes impossible à percevoir dans les conditions de l'expérience, celle-ci consistant précisément à éteindre les bandes lumineuses, pour laisser seules subsister dans tout leur éclat les raies brillantes, telles que celles des spectres de seconde classe.

Le P. Secchi conclut en disant : « De ce que nous venons de dire, il paraît résulter que la détermination de la température de l'atmosphère solaire pourra être effectuée, si l'on réussit à fixer quelle est la température à laquelle, sous une certaine pression, ce gaz (l'hydrogène) cesse de donner des raies brillantes. »

Ces faits, on le voit, bien loin de devoir faire douter de l'exactitude de l'analyse spectrale, sont une preuve de plus

de la précision dont ce mode d'observation est susceptible. et ouvrent un champ nouveau et important aux applications de cette branche de la physique. E. S.

J.-C. Poggendorff. Ueber die Wanderung, etc. Du déplacement de l'enveloppe lumineuse qui entoure l'électrode négative lors du passage de l'étincelle d'induction dans l'air raréfié. (*Pogg. Annalen*, tome CXXXVIII, p. 642.)

L'article dont nous désirons rendre compte ici est consacré à décrire une observation faite il y a plusieurs années déjà par M. Poggendorff[1], concernant le développement de l'enveloppe lumineuse qui se forme autour de l'électrode négative dans de l'air raréfié traversé par la décharge d'une bobine d'induction et le déplacement auquel cette enveloppe est soumise le long de l'électrode à mesure que l'on diminue la pression de l'air.

L'appareil employé consistait en deux fils de platine de $\frac{1}{30}^{mm}$ de diamètre servant d'électrode et ayant l'un 0,5 pouce, l'autre 1,5 pouce de longueur; ils étaient fixés chacun à un autre fil de platine beaucoup plus épais, maintenu lui-même par une pince à un fil de cuivre encore plus gros. Le plus long de ces fils était enroulé autour du réservoir cylindrique d'un thermomètre à mercure très-sensible, placé à un pouce de l'extrémité de l'électrode. Ces deux électrodes n'étaient pas éloignées de plus de 1^{mm}. Le tout était placé sur la pompe pneumatique et recouvert d'une cloche sous laquelle on faisait graduellement le vide pendant que le courant passait.

Au début et avant qu'on eût fait le vide, les deux auréoles négatives et positives ne s'étendaient pas au delà de la fine pointe des électrodes, et le fil négatif était rougi vers son extrémité par le passage du courant; le thermomètre n'indi-

[1] *Monatsberichte*, 1861, p. 355.

quait aucune élévation de température. Lorsque la pression eut été amenée à n'être plus que de 7 pouces de mercure, le fil négatif cessa d'être rougi et s'enveloppa d'une gaîne lumineuse de plus en plus étendue. A un pouce de pression, cette gaîne s'étendait sur toute la portion du fil qui était enroulée autour du thermomètre, et celui-ci, qui était resté jusque-là stationnaire, monta alors de 20 degrés dans l'espace d'une minute.

La pression diminuant encore, l'enveloppe lumineuse s'étendit aussi sur le gros fil de platine, la pince et le fil de cuivre, en un mot sur toute la surface de l'électrode négative; c'est là, du reste, un phénomène que tout le monde a pu observer dans le passage de l'étincelle d'induction à travers des gaz de plus en plus raréfiés. De plus, et ceci, quoique peu surprenant, est cependant plus nouveau, l'élévation de température produite vers l'extrémité du fil de platine devenait de moins en moins marquée. A 0,5 pouce de pression le thermomètre montait encore de 13°,5 à une ligne de pression de 3°, enfin à 0,5 ligne plus que de 0°,5 dans l'espace d'une minute. A ces basses pressions, la gaîne lumineuse avait en grande partie disparu autour du fil mince formant l'extrémité de l'électrode.

Les maxima d'intensité lumineuse et calorifique à l'électrode négative se déplacent donc notablement suivant la pression, ce qui doit tenir évidemment, quoique l'auteur ne cherche pas à l'interpréter, à ce que la quantité d'électricité qui s'écoule à l'extrémité de ce fil, diminue de plus en plus à mesure que la résistance du milieu gazeux diminue elle-même et qu'une portion notable de la décharge s'accomplit à travers le gaz raréfié tout autour de l'électrode.

Si donc l'on veut comparer l'élévation de température produite par le passage de l'étincelle dans les deux électrodes, il convient de se placer à chacune d'elles dans des conditions identiques et de ne faire cette comparaison qu'entre deux points situés à égale distance des extrémités des électrodes.

Le fait observé par M. Poggendorff doit tenir uniquement à la forme de l'électrode et à la résistance excessive qu'elle présente à son extrémité par le fait qu'elle est un fil très-mince. E. S.

E. Warburg. Ueber den Einfluss tönender Schwingungen, etc. De l'effet du son sur le magnétisme du fer. (*Monatsberichte der Kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, décembre, 1869, p. 857.)

Matteucci [1] et Villari [2] ont étudié tous deux les variations que subit le moment magnétique d'un barreau de fer ou d'acier sous l'action d'une traction longitudinale. Ce dernier a démontré que le magnétisme d'un fil de fer varie dans un sens différent suivant qu'il se dilate ou qu'il se contracte.

L'auteur du travail dont nous nous occupons ici est parvenu à mettre en évidence les modifications que subit le magnétisme d'un fil de fer sous l'action du son qu'on lui fait rendre en le faisant vibrer longitudinalement. Il mesure ces modifications par les courants induits qu'elles produisent dans une spirale entourant le fil de fer à son extrémité. Pour cela il emploie un électro-dynamomètre analogue à celui avec lequel Weber a constaté les courants induits produits par les oscillations transversales d'un fil de fer aimanté, dans une spirale qui entoure également son extrémité. L'auteur opérait sur un fil de fer ordinaire de 1890^{mm} de longueur, fixé en son milieu. En le faisant vibrer longitudinalement on obtenait un son correspondant à 1300 vibrations environ. Il se formait alors un nœud au milieu de chacune des deux moitiés du fil. L'une de ces deux moitiés était entourée d'une spirale destinée à produire son aimantation, tandis qu'une autre spirale en fil très-fin était enroulée autour du nœud de l'autre moitié du fil de fer. Cette dernière était

[1] *Annales de Chimie et de Phys.*, 1858, tome LVIII, p. 416.
[2] *Poggend. Annalen*, tome CXXVI.

en communication avec le dynamomètre à miroir, l'autre était traversée par le courant de deux éléments de Bunsen. Cela étant et en faisant vibrer le fil de fer on obtenait dans la petite spirale un courant induit mesuré par une déviation de 30 à 50 divisions à l'échelle du dynamomètre.

L'on n'obtenait en revanche aucune déviation dans le cas où l'on éloignait la petite spirale du nœud de vibration du fil de fer : ce qui montre que le courant obtenu dans le premier cas ne tient pas au mouvement de va-et-vient des molécules de fer, mais à la compression et à la dilatation qui se produisent au nœud.

Avec un galvanomètre ordinaire on n'obtenait également aucune déviation, d'où il suit que les variations du magnétisme sont alternativement égales et de sens contraires.

Certains fils de fer n'ayant presque point donné d'effet, l'auteur essaya de les recuire au point où devait se former le nœud. Avec cette précaution il obtint ensuite dans tous les cas une déviation de 200 à 300 parfois même de 600 divisions. Comme point de comparaison il a noté que la cessation brusque de l'aimantation n'a donné qu'une déviation de 3 divisions.

L'effet produit par le mouvement oscillatoire n'augmente pas proportionnellement à l'intensité du magnétisme communiqué au fil de fer. Lorsque l'on a interrompu le courant dans la grande spirale, le magnétisme rémanant suffit pour que l'on obtienne encore une déviation de 50 à 60 divisions.

E. S.

—

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

C.-Th. de Siebold. Ueber Parthenogenesis, etc. Sur la Parthénogénèse chez le Polistes gallica. (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, *XX*; 1870, p. 236.)

Dès l'année 1858, M. Leuckart reconnut que les ouvrières dans les sociétés de bourdons et de guêpes pondent des œufs

et que ces œufs sont susceptibles de développement. M. de Siebold a repris ces expériences à l'aide du *Polistes gallica*. Ce vespide se recommande tout particulièrement pour de telles recherches parce que son nid consiste en un seul gâteau entièrement à découvert. L'imperfection relative de ce nid permet à l'observateur de poursuivre toutes les actions de ses habitants et tous les phénomènes qui se passent dans les alvéoles. M. de Siebold a réussi à fixer des colonies de Polistes en très-grand nombre dans des lieux déterminés par lui. Il est même parvenu à rendre ces nids mobiles pour les nécessités des expériences, sans en amener l'abandon par leurs habitants. Il a pu observer ainsi des centaines de colonies de Polistes, depuis leur naissance jusqu'à leur extinction.

Un nid de Polistes suffit pour un été entier à une colonie à laquelle il sert d'habitation et de lieu de couvée. En automne, toutes les colonies périssent, quelque nombreuses qu'elles aient été. A chaque printemps, des femelles isolées donnent naissance, chacune pour son compte, à une colonie nouvelle. Ces femelles sont nées durant l'été précédent qu'elles ont passé dans l'état virginal, et ont été fécondées par accouplement en automne, avant de s'engourdir dans le sommeil d'hiver. Les zoospermes emmagasinés dans le réceptacle de la semence se conservent en bon état pendant tout l'hiver et fécondent au printemps les œufs au fur et à mesure de la ponte. Chacune de ces femelles se construit un nid composé d'un petit nombre d'alvéoles, et s'occupe d'abord de la ponte puis de l'éducation de la nouvelle génération. Les nouveaux individus ainsi engendrés sont, jusques vers le milieu de l'été, exclusivement des femelles. Les premiers de ces individus, élevés par les mères isolées, sont des femelles de très-petite taille. Leur petitesse provient sans doute de ce que la mère, surchargée de travail, ne peut procurer à ses petits qu'une nourriture peu abondante. Ces petits individus ont été appelés jusqu'ici ouvrières ou neutres Toutefois, cette dénomination n'est pas exacte. M. de Siebold a disséqué plusieurs de

ces petits Polistes et s'est convaincu, par l'examen de leur appareil générateur, que ce ne sont point comme les abeilles ouvrières, des femelles arrêtées dans leur développement, mais bien des femelles parfaitement développées, dont les ovaires turgides sont remplis d'œufs prêts à être pondus.

Une fois que les mères primitives se sont ainsi formé des aides sous la forme de ces vierges actives, l'accroissement du nid chemine rapidement, et les larves, recevant la nourriture en plus grande abondance, se transforment en guêpes aussi grosses que la mère. Vers la fin de juin ou au commencement de juillet, le gâteau offre une grande surface et se trouve composé d'un très-grand nombre d'alvéoles. A cette époque, on remarque, pour la première fois, parmi les nombreuses femelles grandes et petites, quelques individus mâles. Leur nombre ne tarde pas d'ailleurs à s'accroître notablement. M. de Siebold, en présence de ces faits, s'est demandé si peut-être il n'existerait pas chez les Polistes une division du travail physiologique, en ce sens, que les femelles fécondées l'année précédente produiraient seulement les œufs féminins, tandis que les vierges de la nouvelle génération produiraient, par voie parthénogénésique, des œufs mâles. Cette hypothèse semblait appuyée par le petit nombre de tubes ovariques des Polistes, tubes qui ne peuvent produire qu'un nombre d'œufs peu considérable.

Les expériences ont confirmé cette hypothèse de la manière la plus éclatante. M. de Siebold choisit un certain nombre de nids au printemps, à une époque où les mères avaient élevé déjà une ou deux aides. Il enleva à ces nids les mères et les disséqua pour constater l'état de leurs organes générateurs. Il trouva toujours les tubes ovariques en pleine activité et le réceptacle de la semence plein de zoospermes mobiles. En même temps, il vida entièrement toutes les cellules de ces nids qui contenaient des œufs ou de très-petites larves en ne conservant en vie que les larves de grosse taille. Malgré la disparition des mères, les petites vierges continuèrent

de donner leurs soins aux larves conservées, et par conséquent les colonies ne périrent point. M. de Siebold avait eu la précaution de noter, pour chacun des nids mis en expérience, les alvéoles occupés et les alvéoles vides. Au bout de quelques jours, il s'aperçut qu'une partie de ces derniers renfermaient des œufs. Un examen attentif lui permit même de surprendre quelques-unes des petites guêpes vierges au moment où elles pondaient au fond d'une cellule. Ces individus furent immédiatement sacrifiés et M. de Siebold trouva les six tubes ovariques entièrement développés, remplis d'œufs à différents degrés de croissance et le réceptacle de la semence parfaitement formé, mais entièrement vide. Pendant ce temps, grâce aux soins assidus des jeunes vierges, de nouveaux individus femelles, provenus des grosses larves non sacrifiées, arrivèrent à l'état complet de développement et s'associèrent sans tarder aux travaux de la société. Les nids s'accrurent, par conséquent, de cellules nouvelles, qui furent bientôt occupées par des œufs pondus par des vierges. Tous ces œufs, et c'est là le fait important, se développèrent malgré l'absence de fécondation, et donnèrent naissance à de jeunes larves qui prospérèrent grâce aux soins de la société virginale. Toutes ces larves, à la transformation en insecte parfait, donnèrent des mâles, en opposition avec les larves qu'avait produites précédemment la mère primitive et qui n'avaient donné que des femelles.

On pourrait peut-être se demander si une mère étrangère et fécondée n'a pas pu pénétrer accidentellement dans les nids privés de leur mère, pour y pondre çà et là dans quelques alvéoles. A cette question M. de Siebold répond par une négation formelle. Pendant les quatre années qu'il a consacrées à l'étude de ces guêpes, il s'est constamment assuré que les habitants d'un même nid ne tolèrent jamais l'intrusion d'un Poliste d'une autre colonie dans leur société. L'instinct de ces hyménoptères les avertit que ces intrus ne sont que des brigands pénétrant dans leur nid pour voler les

larves et les dévorer. Il est donc évident que chez le *Polistes gallica* les individus mâles naissent parthénogénésiquement aux dépens d'œufs non fécondés. E. C.

BOTANIQUE.

A. Millardet. Le Prothallium male des Cryptogames vasculaires. *Strasbourg*, 1869.

Nos connaissances sur la véritable nature des fonctions de reproduction des plantes sont bien moins avancées que celles qui ont rapport aux fonctions de nutrition. Tout travail sur ces sujets-là offrira donc un grand intérêt, surtout si l'auteur, comme c'est le cas ici, s'est élevé à des considérations générales, et ne s'est pas borné à la description plus ou moins minutieuse de certains organes. A ce point de vue, le titre du mémoire de M. Millardet est trop modeste. Après avoir décrit quelques observations nouvelles sur le développement des microspores des cryptogames supérieures, l'auteur cherche à embrasser d'un coup d'œil toute la série des phénomènes de reproduction chez les plantes supérieures, et il montre combien les anciennes divisions sont factices, et combien d'un groupe à l'autre les différences sont moins tranchées qu'on ne le croyait autrefois. Sans vouloir précisément le suivre dans les arguments qu'il y trouve en faveur de la théorie de la filiation des types, bornons-nous à voir dans ces observations extrêmement intéressantes des preuves nouvelles de l'unité du plan de la création.

Dans la première partie de son travail, M. Millardet a étudié la germination des microspores des genres Marsilia, Pilularia, Isoëtes, Selaginella. Il a pu constater partout la présence d'un prothallium plus ou moins développé, particularité qui avait échappé à tous les autres observateurs. Chez les Marsilia et Pilularia, ce prothallium se trouve repré-

senté plutôt physiologiquement que morphologiquement, si l'on peut parler ainsi. L'anthéridie, en se développant au sein de la microspore, laisse tout autour d'elle un espace vide rempli d'un liquide mucilagineux chargé de substances nutritives. Bien qu'aucune cellule ne s'y rencontre, ces matières servent évidemment à la production de l'anthéridie, et jouent par là le rôle d'un véritable prothallium. Chez les Isoëtes et les Selaginella, le prothallium mieux défini au point de vue morphologique ne joue presque aucun rôle physiologique. Le contenu de la microspore se scinde en effet en deux parties : l'une beaucoup plus petite, véritable cellule végétative cachée au sommet de la microspore, s'enveloppe d'une membrane et ne subit aucune métamorphose subséquente. Dans la partie la plus grande, au contraire, se développe l'anthéridie : celle-ci, dans le premier de ces genres, donne naissance à quatre anthérozoïdes seulement : dans le second, à un nombre beaucoup plus considérable.

Quant aux anthérozoïdes eux-mêmes, l'auteur se place à un point de vue opposé à celui de Schacht : il nie absolument leur nature cellulaire, ne voit en eux que du protoplasma modifié, et montre que la vésicule qui leur est souvent adhérente, n'a pas, dans l'acte de la fécondation, d'importance physiologique et manque d'ailleurs très-souvent. Ce n'est, suivant lui, que le résidu de la masse protoplasmique placée au centre de la cellule mère, et aux dépens de laquelle l'anthérozoïde s'est développé.

Dans la seconde partie de son travail, M. Millardet ayant constaté l'existence d'un prothallium mâle partout où l'on n'en connaissait pas avant lui, cherche à faire ressortir l'importance morphologique de ce fait en esquissant rapidement l'évolution des types principaux des végétaux supérieurs. Ainsi que l'a exprimé M. Sachs, on entend par alternances de générations, ou générations alternantes, « la succession « régulière dans le cycle morphologique d'un individu, de plu- « sieurs formes complétement différentes, dérivées d'autant

« de changements profonds dans son mode de développe-« ment. » Appuyé sur cette définition, l'auteur montre successivement dans les différents groupes de cryptogames supérieures et de phanérogames, l'existence de deux générations successives, l'une sexuée et l'autre asexuée.

Chez les cryptogames d'abord, le phénomène est facile à constater. Les unes (Equisétacées, Fougères, Ophioglossées) sont Isosporées, c'est-à-dire ne produisent qu'une seule espèce de spores ; celle-ci produit à son tour un prothallium assez développé, muni de chlorophylle et de racines, susceptible par conséquent d'une vie indépendante. Sur le même prothallium ou sur deux voisins naissent d'abord les anthéridies qui, à leur maturité, laissent échapper des anthérozoïdes, puis viennent les archégones formés, en général, d'une cellule centrale à laquelle donne accès un canal ouvert à l'extérieur. La fécondation opérée, la première période est close, et alors commence la génération asexuée. L'embryon se développe d'abord au sein du prothallium, puis s'en dégage, et parcourt les différentes phases de son développement que nous n'avons pas à décrire ici. Finalement cette seconde génération termine son évolution par le développement des organes de multiplication ou spores, qui naissent toujours d'une feuille normale ou modifiée.

Les autres cryptogames (Rhizocarpées et Lycopodiacées) sont Hétérosporées, c'est-à-dire munies de deux sortes de spores (microspore ou androspore et macrospore ou gynospore.) Du reste, l'histoire de leur développement se rapporte très-aisément au plan que nous venons d'esquisser. Des deux espèces de spores naissent des prothallium, souvent plus ou moins rudimentaires. Chaque prothallium produira, suivant son origine, des anthérozoïdes ou des archégones. La fécondation opérée, la seconde génération commencera ; l'embryon développé d'abord au sein du prothallium femelle, vivra bientôt d'une vie indépendante et deviendra une plante complète. L'évolution, comme dans le cas précédent, se ter-

minera par le développement des spores ou organes de multiplication.

Les Gymnospermes forment une transition toute naturelle entre les cryptogames et les phanérogames proprement dites. Personne n'aura de peine à identifier les anthères avec les microsporanges et les grains de pollen avec les microspores. Les cellules au nombre de une à trois, qui se développent toujours au sein des anthères représentent exactement le prothallium : la cellule extrême de laquelle naît le tube pollinique sera l'anthéridie. Au point où le tube pollinique s'applique contre l'ovule, il est souvent possible de distinguer, dans son intérieur, une ou plusieurs cellules primordiales qui représentent le dernier vestige des cellules mères des anthérozoïdes.

L'organe femelle, un peu plus profondément modifié, est cependant encore facile à reconnaître. Le sac embryonnaire ou macrospore ne se sépare point de la plante comme les macrospores des cryptogames : l'embryon doit, en effet, atteindre un degré de développement beaucoup plus élevé que dans les cas précédents : il est donc naturel qu'il reste adhérent à la plante, si l'on songe surtout que le prothallium ou endosperme se développe fort peu.

Au moment de la fécondation ou même un peu avant, des cellules endospermiques (prothallium) remplissent le sac embryonnaire ou macrospore. Bientôt à la partie supérieure de celui-ci, quelques-unes de ces cellules se différencient et deviennent les « corpuscules » qui représenteront exactement les archégones. C'est dans leur sein que le moment venu les cellules germinatives paraissent, et que la fécondation s'opère par diffusion, la matière fécondante traversant successivement la membrane du tube pollinique et celle des corpuscules.

C'est ici que commence la seconde période ou génération asexuée, qui, chez les phanérogames, tend à prendre beaucoup plus d'importance que l'autre. A mesure que les or-

ganes qui prennent part à la génération sexuée sont plus dégradés, ceux qui naissent de la génération asexuée sont plus nombreux et plus parfaits.

Nous n'avons pas le temps de suivre ici tout le développement de l'embryon. Rappelons seulement qu'il commence par vivre aux dépens de l'endosperme, comme l'embryon cryptogame vit aux dépens du prothallium. Le développement de la seconde génération est interrompu par une période de repos ou sommeil léthargique au sein de la graine, fait qui n'infirme en rien la théorie. Lorsque la vie de la jeune plante ayant repris son cours, celle-ci est arrivée à sa forme parfaite, elle clôt son cycle biologique par la production des organes de multiplication correspondant aux micro- et macrospores, c'est-à-dire du pollen et des sacs embryonnaires. Comme chez les cryptogames, ces spores sont produites par les feuilles modifiées: le fait est prouvé pour les étamines, et est au moins probable pour les ovules.

Enfin, grâce aux rapports qui les unissent aux Gymnospermes, les phénomènes de reproduction des Angiospermes pourront se ramener au même plan général. Le grain de pollen représentera toujours la microspore: seulement, il n'y a plus trace de prothallium, pas plus que de cellules mères des anthérozoïdes. Le développement se trouve limité à l'expansion de l'intine sous forme de tube pollinique.

Dans le sac embryonnaire ou macrospore, il ne se développe plus d'archégones: les cellules germinatives naissent directement dans son sein, mais aussitôt après la fécondation il reprend son rôle et devient le siége de la production de l'endosperme ou prothallium. L'apparition de celui-ci se trouve ici suivre la fécondation au lieu de la précéder. Les deux périodes sont donc moins nettement délimitées chez les Angiospermes que chez les autres plantes. Elles existent toutefois: la seconde, ou période asexuée tend seulement à prendre toujours plus le pas sur la période sexuée, ainsi que je l'ai indiqué pour les Gymnospermes.

Enfin, l'embryon se développe, et la génération asexuée se trouve, comme dans le cas précédent, coupée par une période de repos au sein de la graine. A la fin de la période de végétation, la plante ferme toujours son cycle biologique par la production des organes de multiplication. Seulement ici les modifications sont plus profondes, et au lieu de n'atteindre que la feuille destinée à produire les spores, elles atteignent toute la partie supérieure de l'axe, et ainsi se trouve formée la fleur avec ses différents verticilles.

Telle est la suite de raisonnements sur lesquels l'auteur fonde son idée de l'unité des fonctions de reproduction chez les végétaux, idée qu'il fait, du reste, remonter à M. Sachs; celui-ci l'a émise dans son *Lehrbuch der Botanik*, publié à Leipzig en 1868. Quelle que soit la valeur que l'on attache à ses conclusions, ce travail de M. Millardet présente donc un grand intérêt; il est à regretter, seulement, que les planches que l'auteur compte publier plus tard, dans un recueil scientifique, n'accompagnent pas le mémoire lui-même.

M. M.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1870.

Le 3, gelée blanche le matin.

5, couronne solaire à plusieurs reprises dans la journée, faible halo solaire de 2 3/4 à 4 h.; couronne lunaire dans la soirée.

7, forte gelée blanche le matin de bonne heure, puis brouillard depuis 8 h. du matin jusque dans l'après-midi à 4 h., où il a commencé à neiger: la hauteur de la neige tombée dans la soirée a été de 105mm.

10, il a neigé de nouveau dans la nuit du 9 au 10, hauteur de la couche 35mm: de même la neige de la soirée et de la nuit du 10 au 11 a donné une nouvelle couche de 25mm.

11, à 6 h. du soir, la bise a commencé à souffler avec force, elle a duré jusqu'au lendemain à 8 h. du soir; il a recommencé à neiger le 11 à 8 h. du soir et la neige a duré presque sans interruption jusqu'au lendemain à midi, cependant la hauteur ne s'élève qu'à 80mm, une partie ayant été emportée par la bise.

17, brouillard épais une grande partie de la journée.

18, id.

19, id.

21, neige depuis 2 h. après midi jusqu'au lendemain à 6 h. matin, hauteur de la neige tombée 115mm.

26, gelée blanche le matin; faible halo solaire de 8 h. à 9 h. matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. matin	735,10	Le 5 à 6 h. matin	723,60
6 à 10 h. matin	731,09	9 à 7 h. matin	717,23
11 à 8 h. soir	724,65	13 à 5 h. soir	718,32
15 à 8 h. soir	724,38	16 à 2 h. après midi	722,54
17 à midi	724,25	19 à 5 h. soir	719,79
20 à 10 h. soir	726,13	21 à 10 h. soir	714,56
22 à 10 h. soir	725,17	24 à 4 h. après midi	717,29

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 4 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm.
1	734,49	+ 7,27	+ 0,53	+0,33	— 4,7	+ 5,6	3,53	—0,72	742	—111	460	930	...	...	variable	0,83	5,3	+ 0,6	78
2	730,08	+ 2,92	— 0,14	—0,41	— 5,2	+ 7,0	4,04	—0,22	875	+ 23	640	1000	...	...	variable	0,12	4,7	0,0	78
3	726,61	— 0,49	— 0,70	—1,04	— 6,6	+ 6,1	3,49	—0,77	802	— 48	540	1000	...	...	SSO. 1	0,06	4,7	0,0	78
4	725,29	— 1,76	— 0,86	—1,27	— 6,3	+ 4,8	3,48	—0,79	802	— 46	550	970	...	...	S. 1	0,82	4,6	— 0,1	79
5	725,05	— 1,94	+ 1,23	+0,75	— 1,3	+ 5,6	4,12	—0,16	827	— 18	600	1000	...	...	variable	0,79	4,7	0,0	80
6	730,23	+ 3,30	+ 0,14	—0,41	— 4,1	+ 5,5	4,06	—0,23	871	+ 28	650	1000	...	...	variable	0,09	—	—	78
7	725,94	— 0,93	— 1,80	—2,43	— 5,6	+ 1,8	4,02	—0,28	975	+134	810	1000	10,4	9	SSO. 1	0,91	4,8	+ 0,1	78
8	720,13	— 6,68	+ 0,35	—0,36	— 1,1	+ 4,4	4,64	+0,33	986	+147	840	1000	2,3	4	variable	1,00	4,9	+ 0,1	79
9	717,65	— 9,09	— 2,04	—2,83	— 3,0	+ 0,8	3,81	—0,51	967	+130	890	1000	...	...	N. 1	1,00	4,6	— 0,2	79
10	719,21	— 7,47	— 0,29	—1,17	— 3,6	+ 3,2	3,61	—0,72	822	— 13	570	1000	2,4	6	SSO. 1	0,92	5,0	+ 0,2	79
11	723,62	— 2,99	— 5,13	—6,10	— 6,1	— 2,6	2,77	—1,57	903	+ 70	800	970	0,9	2	NNE. 2	1,00	4,7	— 0,1	79
12	722,42	— 4,13	— 5,82	—6,88	— 6,9	— 3,9	2,79	—1,56	953	+122	840	1000	1,8	12	NNE. 2	1,00	2,5	— 2,3	80
13	719,38	— 7,10	— 4,61	—5,76	— 6,3	— 1,8	2,97	—1,39	923	+ 94	760	970	...	...	variable	0,91	—	—	79
14	719,70	— 6,72	— 3,69	—4,93	— 8,7	— 1,6	3,27	—1,10	914	+ 87	760	1000	...	...	SSO. 1	0,91	3,8	— 1,1	77
15	723,20	— 3,17	— 0,67	—2,00	— 3,3	+ 0,9	3,85	—0,52	876	+ 52	800	940	...	...	NE. 1	1,00	3,8	— 1,1	76
16	722,95	— 3,36	— 0,47	—1,90	— 1,3	+ 1,7	3,84	—0,54	871	+ 49	790	890	...	...	ENE. 1	1,00	4,2	— 0,7	75
17	723,73	— 2,53	+ 0,57	—0,96	— 1,0	+ 4,1	4,44	+0,06	934	+115	710	990	...	...	variable	1,00	4,5	— 0,5	75
18	722,24	— 3,97	+ 2,23	+0,60	+ 0,3	+ 4,8	5,12	+0,73	947	+131	860	980	2,2	6	SO. 1	0,98	4,7	— 0,3	72
19	720,02	— 6,13	+ 2,60	+0,87	+ 1,1	+ 5,1	5,53	+1,14	996	+182	880	1000	5,9	8	N. 1	0,93	4,8	— 0,2	75
20	723,43	— 2,67	+ 2,59	+0,76	+ 1,0	+ 5,0	4,48	+0,08	824	+ 13	600	990	...	...	N. 1	0,99	—	—	68
21	722,40	— 3,65	— 1,56	— 3,50	— 2,5	+ 1,7	3,71	—0,70	904	+ 96	730	990	1,6	8	S. 2	1,00	4,2	— 0,9	75
22	719,97	— 6,03	— 3,06	—5,11	— 9,7	+ 2,0	2,89	—1,53	806	0	550	1000	3,6	7	variable	0,37	4,2	— 0,9	75
23	723,07	— 2,87	— 6,77	—8,93	—14,8	+ 0,7	2,39	—2,04	826	+ 23	620	1000	...	...	SO. 1	0,51	3,0	— 2,2	73
24	718,45	— 7,44	+ 3,43	+1,16	— 7,2	+10,0	4,29	—0,15	697	—104	450	860	...	...	variable	0,83	4,4	— 0,8	75
25	719,43	— 6,40	+ 3,66	+1,28	+ 0,8	+ 7,3	5,03	+0,58	851	+ 53	660	950	...	...	NNE. 1	0,28	4,9	— 0,3	75
26	719,79	— 5,99	+ 4,90	+2,41	— 1,5	+11,0	5,15	+0,69	783	— 12	540	990	...	...	variable	0,68	4,8	— 0,5	75
27	722,44	— 3,28	+ 5,77	+3,17	+ 3,0	+10,7	5,64	+1,17	823	+ 30	610	920	...	...	NNE. 1	0,36	—	—	74
28	724,76	— 0,91	+ 7,37	+4,66	+ 2,0	+12,5	5,81	+1,33	749	— 41	570	880	...	...	variable	0,47	5,5	+ 0,1	73

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1870.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,84	726,07	726,01	725,76	725,10	724,90	725,05	725,20	725,18
2e «	721,92	722,27	722,42	722,39	721,84	721,86	722,24	722,59	722,72
3e «	721,19	721,86	721,91	721,72	721,04	720,72	721,03	721,27	721,35
Mois	723,11	723,51	723,56	723,40	722,78	722,62	722,90	723,15	723,21
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 3,49	— 2,90	+ 0,13	+ 2,87	+ 3,34	+ 2,84	+ 1,72	+ 0,13	— 1,13
2e «	— 2,47	— 2,22	— 1,09	+ 0,29	+ 0,80	+ 0,56	— 0,08	— 0,88	— 1,27
3e «	— 1,29	— 0,90	+ 2,35	+ 4,96	+ 5,52	+ 5,44	+ 4,03	+ 2,19	+ 0,57
Mois	— 2,50	— 2,09	+ 0,33	+ 2,55	+ 3,06	+ 2,77	+ 1,74	+ 0,36	— 0,69
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1er décade	3,46	3,52	3,85	3,85	3,98	4,19	4,13	4,15	4,04
2e «	3,71	3,84	3,95	4,02	4,12	4,01	3,91	3,86	4,00
3e «	4,01	4,05	4,29	4,60	4,55	4,48	4,64	4,49	4,41
Mois	3,70	3,78	4,01	4,13	4,19	4,21	4,20	4,14	4,13
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	974	951	835	690	692	754	802	900	955
2e «	945	962	912	847	831	819	847	882	933
3e «	914	901	761	682	660	646	736	805	888
Mois	946	941	841	744	733	746	799	866	928

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 4,18	+ 4,48	0,65	4,81	15,1	78,6
2e «	— 3,12	+ 1,17	0,97	4,12	10,8	75,6
3e «	— 3,74	+ 6,99	0,56	4,43	5,2	74,6
Mois	— 3,67	+ 4,01	0,74	4,47	31,1	76,4

Dans ce mois, l'air a été calme 6,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,97 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 89°,8 O., et son intensité est égale à 3,6 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1870.

Le 3, brouillard depuis 4 h. de l'après-midi à 6 h.
4, id. depuis 4 h. de l'après-midi.
5, id. tout le jour.
7, id. depuis 4 h. de l'après-midi.
8, id. toute la journée.
9, id. depuis 8 h. du soir.
10, id. à peu près toute la journée.
11, id. une grande partie de la journée.
12, id. de midi à 4 h.
14, id. la plus grande partie de la journée. La neige tombée a été emportée en partie par le vent.
15, id. de 6 h. du soir à 8. h.
16, id. le matin jusqu'à 10 h.
17, id. depuis midi.
18, 19, id. à peu près toute la journée.
21, la neige tombée a été emportée par le vent.
23, id. de midi à 4 h.
27, id. depuis 4 h. du soir.
28 id. tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 6 h. soir	567,37	Le 5 à 6 h. matin	559,53
6 à 10 h. matin	564,10	9 à midi	551,21
12 à 10 h. soir	558,50	13 à 6 h. soir	555,85
17 à 10 h. soir	559,34	19 à 2 h. après-midi	555,65
20 à 6 h. soir	558,04	22 à 6 h. matin	543,28
24 à 10 h. matin	557,15	25 à 6 h. matin	555,60
28 à 10 h. soir	565,56		

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1870.

Jours du mois	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.				
1	566,99	+ 6,54	566,13	567,37	— 7,33	+ 1,74	— 8,7	— 4,5	.....	.....	...	NE.	1	0,10
2	564,45	+ 4,03	563,38	565,78	— 9,87	— 0,81	—12,8	— 7,2	.....	.....	...	SO.	1	0,13
3	562,00	+ 1,68	561,87	562,29	—11,17	— 2,12	—12,4	— 9,0	.....	.....	....	SO.	1	0,10
4	560,84	+ 0,50	560,48	561,51	— 9,56	— 0,52	—11,2	— 7,5	.....	.....	...	SO.	1	0,67
5	560,32	+ 0,02	559,53	561,80	— 8,54	+ 0,49	—11,5	— 6,4	.....	.....	....	SO.	1	0,93
6	563,37	+ 3,30	562,88	564,10	— 7,84	+ 1,18	—11,9	— 3,5	.....	.....	....	calme		0,00
7	559,76	— 0,47	558,12	561,51	—10,31	— 1,30	—11,7	— 7,8	.....	.....	....	SO.	1	0,72
8	554,09	— 6,11	552,32	555,85	— 8,82	+ 0,17	—10,0	— 5,4	.....	.....	....	NE.	1	0,80
9	551,52	— 8,65	551,21	552,45	—11,66	— 2,69	—13,4	— 9,2	.....	.....	....	NE.	1	0,50
10	552,18	— 7,96	552,04	552,47	—11,65	— 2,70	—14,2	— 7,9	.....	.....	....	NE.	1	0,59
11	554,09	— 6,01	552,45	555,43	—12,27	— 3,34	—13,2	—11,2	70	6,3	4	SO.	1	0,54
12	557,27	— 2,80	556,09	558,50	—10,04	— 1,13	—11,3	— 7,5	.....	.....	....	SO.	2	0,94
13	557,20	— 2,84	555,85	558,26	— 6,70	+ 2,18	— 7,2	— 5,6	.....	.....	....	SO.	3	1,00
14	556,98	— 3,03	556,85	557,55	— 4,53	+ 4,32	— 5,4	— 3,0	50	4,2	4	SO.	2	0,88
15	557,20	— 2,78	556,55	557,94	— 5,05	+ 3,77	— 5,8	— 3,1	50	4,6	4	NE.	1	0,83
16	557,57	— 2,38	557,44	558,23	— 6,07	+ 2,72	— 7,8	— 3,3	.....	.....	....	SO.	1	0,48
17	559,00	— 0,92	558,34	559,34	— 8,04	+ 0,72	— 8,8	— 6,2	.....	.....	....	SO.	1	0,92
18	557,64	— 2,25	557,09	558,50	— 8,05	+ 0,68	— 8,9	— 6,5	.....	.....	....	SO.	1	0,68
19	555,77	— 4,10	555,65	556,09	— 7,22	+ 1,47	— 8,7	— 4,3	.....	.....	....	NE.	1	0,69
20	557,19	— 2,66	556,23	558,04	— 9,06	— 0,41	—12,0	— 6,1	15	4,5	4	SO.	1	0,19
21	551,86	— 7,97	546,54	555,91	—11,03	— 2,12	—11,9	— 7,4	.....	.....	....	NE.	2	0,98
22	548,92	—10,89	543,28	553,41	—18,82	—10,25	—19,9	—17,5	.....	.....	....	NE.	3	0,74
23	556,08	— 3,71	554,65	556,87	— 6,52	+ 2,01	—11,9	— 1,3	.....	.....	....	SO.	1	0,36
24	556,19	— 3,58	555,75	557,15	— 8,44	+ 0,05	— 9,4	— 6,8	.....	.....	....	SO.	1	0,67
25	556,24	— 3,51	555,60	557,13	— 4,34	+ 4,10	— 7,9	— 0,3	.....	.....	...	variable		0,10
26	557,66	— 2,07	557,13	558,54	— 6,37	+ 2,02	— 8,6	— 4,2	.....	.....	....	SO.	1	0,38
27	561,07	+ 1,36	559,60	562,03	— 6,16	+ 2,18	— 6,4	— 5,0	.....	.....	....	SO.	1	0,51
28	564,20	+ 4,50	562,69	565,56	— 4,76	+ 3,53	— 5,8	— 3,2	.....	.....	....	SO.	1	0,98

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1870.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	559,84	560,01	560,05	559,84	559,44	559,43	559,53	559,52	559,40
2e »	556,70	556,97	557,14	557,18	556,98	557,00	557,12	557,29	557,46
3e »	555,69	556,27	556,65	556,81	556,77	556,78	556,95	557,02	556,73
Mois	557,53	557,83	558,04	558,03	557,80	557,81	557,93	558,01	557,95
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	—10,95	—10,68	— 9,32	— 8,02	— 6,84	— 7,91	— 9,30	—10,16	—10,84
2e »	— 8,49	— 7,93	— 6,97	— 6,38	— 6,24	— 6,52	— 7,58	— 8,17	— 7,99
3e »	— 9,41	— 8,57	— 6,79	— 6,09	— 6,41	— 7,48	— 8,31	— 9,31	— 9,31
Mois	— 9,63	— 9,10	— 7,76	— 6,88	— 6,50	— 7,29	— 8,40	— 9,21	— 9,39

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	—11,78	— 6,84	0,48	—	—
2e »	— 8,91	— 5,68	0,71	19,6	215
3e »	—10,22	— 5,71	0,59	—	—
Mois	—10,31	— 6,10	0,60	19,6	215

Dans ce mois, l'air a été calme 11 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,53 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 33,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

REVUE DES TRAVAUX

RELATIFS

A LA GÉOLOGIE ET A LA PALÉONTOLOGIE

DE LA SUISSE

PENDANT L'ANNÉE 1869

PAR

M. ERNEST FAVRE

(avec une planche.)

Je désire donner dans cette notice un aperçu des progrès de la géologie de la Suisse pendant l'année 1869. Une revue de ce genre, faite annuellement, sera, je l'espère, de quelque utilité dans notre pays où les travaux scientifiques sont écrits dans diverses langues et dispersés dans les journaux périodiques d'un grand nombre de villes, Berne, Zurich, Bâle, Genève, Lausanne, Neuchâtel, Lucerne, Aarau, Coire et Lugano.

L'ordre que j'ai adopté dans cette notice est le suivant :

I. La chaîne des Alpes.

II. Le Jura et la plaine.

III. Ouvrages généraux.

Je suivrai, autant que possible, la série chronologique des terrains, quoiqu'il soit difficile de se conformer à cette règle en s'occupant de descriptions locales.

La première partie sera plus développée que les autres. Les Alpes prennent en effet dans la science une importance de plus en plus grande. On y a reconnu successivement l'existence de presque tous les terrains, et on n'est plus tenté d'y voir une série de formations exceptionnelles et locales. C'est aux dépôts alpins qu'on pour-

rait au contraire appliquer le terme de formations *normales* * revendiqué jusqu'ici pour les dépôts du nord de l'Europe et surtout pour ceux du bassin anglo-parisien ; un grand nombre de terrains des Alpes ont été formés dans la haute mer et sur une très-grande étendue ** : leur puissance atteste que le temps pendant lequel ils se sont déposés a été très-long, tandis que ceux du bassin anglo-parisien présentent souvent des faciès locaux des mêmes faunes qui, soumis à des circonstances variées, ont subi de fréquentes transformations faciles à constater, grâce à l'abondance de leurs fossiles.

I. Les Alpes.

M. **A. Muller** [30] a terminé une série de recherches sur les *roches cristallines* des Alpes. Après avoir étudié celles du bassin de la Reuss *** dans les vallées de Maderan, d'Etzli et de Felli, il a examiné le versant sud des montagnes de la même région, c'est-à-dire les vallées des affluents du Rhin qui découlent du massif du Crispalt. Les roches constitutives de ces vallées sont analogues à celles du versant nord et sont formées d'alternances de schistes cristallins et de gneiss d'origine sédimentaire. Le gneiss de ce massif et de celui du Saint-Gothard est caractérisé par la prédominance de quartz grenu très-différent du quartz hyalin par son aspect et son origine.

* Pictet, *Archives des Sciences phys. et natur*, 1869, XXXVI, p. 243.

** Dernièrement encore, on a reconnu des dépôts semblables à ceux du muschelkalk et du trias supérieur des Alpes, au Spitzberg et dans l'Himalaya où ils sont caractérisés par quelques-uns des mêmes fossiles. V. Mojsisovics, *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1869, XIX, p. 592.

[30] Ces chiffres se rapportent à la liste des travaux disposée par ordre alphabétique à la fin de cette notice.

*** *Verhandl. naturf. Ges. Basel*, IV, p. 355 et 559.

M. Muller l'a appelé gneiss à quartzite (*quarzit-gneiss*). Cette roche, ainsi que le granit à quartzite, provient, d'après ce savant, de grès qui ont reçu du quartz, du mica et du feldspath par infiltration. Le quartz grenu est, suivant lui, le reste des grains de quartz qui formaient les grès sédimentaires, tandis que le quartz vitreux a été introduit par infiltration. L'accroissement des cristaux de feldspath par ce même moyen a été la cause du soulèvement des roches. On trouve, outre l'orthoclase, un second feldspath, probablement l'albite ou l'oligoclase. Le mica a été produit par la modification chimique des couches argileuses intercalées dans les grès ou par des particules argileuses provenant de cristaux décomposés; il peut aussi avoir été formé directement. On ne voit que rarement dans ces terrains du gneiss talqueux bien caractérisé et jamais le vrai granit éruptif ou le gneiss fondamental. Les modifications de ces roches se sont faites par voie humide et par l'introduction ou l'enlèvement de leurs éléments constitutifs: on ne peut les expliquer par l'effet seul de la chaleur. Tels sont les principaux résultats des observations de M. Muller, résultats qui, vu leur importance, demandent à être confirmés par de nouvelles expériences.

M. l'ingénieur **Giordano**[16] a publié, sur les environs du mont Cervin, une notice qui jette un jour tout nouveau sur la géologie de cette partie des Alpes. La base du pic du Cervin est formée de schistes verts ou gris, serpentineux ou talqueux, alternant avec des calcaires cristallins schisteux et lustrés, des calcaires compactes, de la dolomie, de la cargneule et des quartzites. Ce groupe de roches, nommé par M. Giordano *formation calcaréo-serpentineuse*, a 3500 à 4000^{m} de puissance.

Des coupes prises par cet habile observateur montrent cette formation reposant sur le gneiss ancien du Mont-Rose, occupant la base du Cervin où elle renferme une énorme lentille d'euphotide, et plongeant sous le massif de la Dent Blanche pour reparaître plus au nord, dans les montagnes de la rive gauche du Rhône. Le massif de la Dent Blanche est formé d'un gneiss talqueux de 1500^{m} d'épaisseur qui constitue aussi la partie supérieure du mont Cervin, en sorte que cette roche paraît plus récente que la formation calcaréo-serpentineuse.

Tout en constatant l'extrême difficulté de fixer l'âge de cette dernière formation, M. Giordano la regarde comme intermédiaire entre le terrain carbonifère et les terrains secondaires et semble disposé à la rapporter à la formation triasique dont les roches auraient été modifiées par une action hydrothermale lente. Une coupe très-détaillée de la pyramide même du Cervin accompagne cette notice.

M. l'ingénieur **Gerlach**[13 14] a fait paraître une description des Alpes Pennines, accompagnée de plusieurs coupes et d'une carte géologique au $\frac{1}{200000}$ qui s'étend des environs de Chamonix au lac Majeur et de la vallée du Rhône au Val d'Aoste. La Commission géologique fédérale a aussi publié la feuille XXII de l'Atlas fédéral au $\frac{1}{100000}$ coloriée par le même géologue, et qui comprend une partie de la carte précédente, ainsi que le massif du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges. M. Gerlach a adopté pour son travail les divisions suivantes qui tiennent plus de la nature des roches que de leur âge relatif.

Roches éruptives. Le *granit* du Val Pelline, des vallées de la Sesia et de la Strona perce en plusieurs points les schistes cristallins ; on le trouve en veines,

en filons ou en amas plus puissants. Le *porphyre quartzifère* rouge forme une grande masse qui s'étend avec de nombreuses interruptions de Biella au lac de Lugano. Les éruptions de ces roches sont postérieures à la formation des micaschistes, mais antérieures au dépôt du terrain liasique.

Roches gneissiques. Le *gneiss micacé* très-développé dans cette région se divise en deux parties : le gneiss inférieur nommé gneiss d'Antigorio, est une roche homogène sans mélange de micaschistes ni de calcaire. Le gneiss supérieur est cristallin et forme des massifs plus ou moins isolés ; il renferme des masses puissantes de calcaire, de marbre et de dolomie ; on y trouve quelques traces de roches dioritiques ou syénitiques. M. Gerlach mentionne en outre deux masses dioritiques dont la plus méridionale commence à Ivrée et se prolonge au nord du lac Majeur.

Le *gneiss talqueux* est plus récent que le précédent et forme les massifs du Monte-Mari et de la Dent Blanche. Ce dernier renferme des intercalations de roches amphiboliques et quelques couches de serpentine, de gabbro et de calcaire cristallin.

Schistes métamorphiques. On peut y établir plusieurs subdivisions. M. Gerlach nomme schistes métamorphiques anciens :

a) ceux de la partie méridionale du Valais qui sont micacés, chloriteux, talqueux, et dépourvus de calcaire, de serpentine et de roches amphiboliques ; ils deviennent parfois assez cristallins et passent au gneiss. Cette formation est particulièrement abondante en minerais et renferme de la galène argentifère dans le Val d'Anniviers :

b) les micaschistes de Devero avec des couches de marbre et de dolomie subordonnées;

c) les micaschistes d'Orta, semblables aux précédents et percés en plusieurs points par des éruptions de granit et de porphyre quartzifère.

Ces terrains ne sont peut-être pas du même âge : mais ils sont tous trois plus anciens que les formations suivantes et il est difficile de tracer une limite entre eux et les véritables gneiss.

Les schistes métamorphiques supérieurs entourent les massifs de la Dent Blanche et du Mont-Rose. Ils sont chloriteux, parfois talqueux et amphiboliques; ils renferment des bancs calcaires, de la serpentine en nids, en couches ou en grandes masses, et divers minerais.

Formations sédimentaires. Le *terrain anthracifère* se compose de schistes argileux foncés, de schistes quartzeux, de conglomérats et de couches d'anthracite discontinues. Il renferme des restes de plantes à Erbignon et au col de Balme.

Le *terrain triasique* est formé des mêmes éléments que dans la Savoie et le Dauphiné, c'est-à-dire de quartzite, de schistes bigarrés, de dolomie, de cargneule, de gypse, de calcaires dolomitiques et sableux (calcaire de Pontis) et de schistes lustrés calcaréo-talqueux.

Le *terrain jurassique* fait presque défaut dans la région explorée par M. Gerlach. On trouve cependant entre le val Ferret et la vallée du Rhône des schistes calcaires qu'on peut classer dans le lias et dans le terrain jurassique supérieur, et à Arona sur le versant méridional de la chaîne, un lambeau de lias. Il n'existe de formations plus récentes que les dépôts quaternaires et alluviens.

Tels sont en abrégé les terrains de cette partie des

Alpes; ces montagnes où des problèmes stratigraphiques difficiles à résoudre, des bouleversements considérables viennent à chaque instant inspirer à l'observateur des doutes sur l'âge des terrains cristallins ou métamorphiques dans lesquels la paléontologie est pour ainsi dire de nulle ressource, n'avaient jamais encore été explorées d'une manière aussi complète. On remarque toutefois d'assez grandes différences entre les travaux de M. Gerlach et de M. Giordano et de nouvelles recherches seront nécessaires pour fixer d'une manière définitive l'âge des terrains anciens de cette région.

M. **Théobald** [48] a donné la description des environs de Ragatz et de Pfäffers; presque tous les terrains cités dans son ouvrage sur les Grisons se retrouvent dans cette région.

Nous devons au même géologue [49] une notice sur les environs du Kistenpass, qui fait suite à une note publiée en 1868 sur le massif de Brigels *. Il a reconnu en ce point une série nombreuse de formations; ce sont, au-dessus du granit et des schistes cristallins, le verrucano, le calcaire de Röthi (trias), et toute la série jurassique, crétacée et éocène. La partie inférieure de la montagne présente les couches dans leur ordre normal, mais par suite d'un contournement gigantesque, on trouve dans la partie supérieure la même série dans l'ordre inverse jusqu'au verrucano qui occupe toutes les sommités.

Cette belle coupe a été la dernière œuvre de ce savant distingué dont la mort est une grande perte pour la géologie des Alpes. M. Théobald a été un des collaborateurs les plus actifs de la carte géologique de la Suisse,

* *Bericht naturf. Ges. Graubündens*, 1867-1868.

et l'important ouvrage qu'il a publié sur les Grisons a mis en pleine lumière une des régions des Alpes où la géologie était à la fois la plus difficile et la moins avancée.

Je ne puis passer sous silence quelques travaux qui ne seront probablement pas sans influence sur la géologie de nos Alpes, bien qu'ils ne soient pas directement relatifs au sol suisse et que leurs résultats n'aient pas encore été généralement admis dans la science ; je veux parler des divers mémoires de M. **Suess** * sur la présence du *terrain permien* dans les Alpes. Les recherches du savant professeur de Vienne l'ont amené à établir que le terrain du dyas, si développé en dehors des Alpes, existe aussi dans l'intérieur de cette chaîne. Voici les principales conclusions de M. Suess telles qu'il les a formulées dans une de ses notices :

Le verrucano, le quartzite talqueux, et la grande masse de porphyre du Tyrol méridional appartiennent au *Rothliegende*. Lorsque le porphyre et le verrucano manquent dans les Alpes méridionales, ils sont ordinairement remplacés par des calcaires renfermant comme le porphyre des gîtes de mercure. — Malgré la ressemblance des schistes argileux micacés et des schistes micacés de cette région avec les schistes anciens, ces roches sont plus récentes que les couches anthracifères de la Stangalpe; à Tergove, elles renferment une flore qui correspond à celle des horizons les plus élevés du terrain houiller. — Les granits de la Cima d'Asta, de Brixen et de Kappel, ainsi que le gneiss tonalite de Kappel, forment des couches au milieu de ces schistes; ils appar-

* *Ueber die Aequivalente des Rothliegenden in den Sudalpen*. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, 1858, LVII. — *Ueber das Rothliegende im Val Trompia*. Sitzungsb., 1869, LIX.

tiennent à la partie supérieure du terrain houiller et même au dyas inférieur (granitite de Kappel). — Ces terrains recouvrent les roches regardées jusqu'ici comme les représentants de la formation houillère; parmi ces dernières le calcaire carbonifère supérieur remplace en certains points tout ou partie des schistes de Casanna.

MM. **Negri** et **Spreafico** [52] ont donné la description géologique des environs de Varese et de Lugano et ont entièrement adopté les idées de M. Suess relativement au terrain permien.

Les terrains sédimentaires les plus anciens observés par ces géologues sont des schistes micacés argileux différents des micaschistes de la chaîne centrale. Au village de Manno (au nord de Lugano), on trouve au milieu de ces schistes un banc de 100^{m} de puissance d'un poudingue quartzeux facile à distinguer du poudingue triasique du Monte S. Salvatore; il est antérieur aux éruptions porphyriques, car il ne contient pas un fragment de cette roche; mais il est essentiellement formé de quartz, de micaschistes, de gneiss et de granit. Il renferme aussi de nombreux restes de plantes que leur mauvaise conservation ne permet pas de déterminer spécifiquement, mais dont les genres sont identiques à ceux de la flore carbonifère (*Sigillaria, Stigmaria,* etc.). Ce poudingue divise les schistes en deux parties dont la supérieure appartient à la formation permienne, et l'inférieure au terrain carbonifère et aux terrains plus anciens.

La *formation porphyrique* a succédé au dépôt des schistes micacés. C'est l'époque des grandes éruptions de porphyre, que les auteurs rapportent à la période permienne, et qui sont généralement recouvertes par le *Servino*, grès tantôt arénacé, tantôt compacte.

Au-dessus se trouve la puissante formation de la dolomie triasique (*dolomia media*) à laquelle appartient celle du Monte S. Salvatore. Elle est surmontée de schistes noirs et bitumineux (schistes de Besano), qui forment la partie inférieure de l'étage rhétique : la partie supérieure du même étage, est constituee par des calcaires marneux et dolomitiques riches en fossiles. Puis viennent le calcaire de Saltrio (lias inférieur), le calcareo ammonitico rosso (lias moyen et supérieur), la majolica (terrains jurassique supérieur et néocomien), des calcaires marneux à fucoïdes (craie) et le terrain glaciaire.

Il y a donc eu dans la succession des terrains de cette région de grandes lacunes parmi lesquelles on remarque particulièrement celle de la plus grande partie du trias.

L'*étage rhétique*, étudié dans les environs de Thoune par M. **Fischer-Ooster** [8], est formé d'un calcaire lumachelle riche en fossiles et d'un calcaire sableux passant à un grès grossier qui paraît correspondre au grès infraliasique des géologues français. M. Fischer-Ooster a décrit 122 espèces de fossiles. Cette formation s'observe dans un grand nombre de localités des environs de Thoune, au Langeneckgrat, à la Spiezfluh, etc. Les recherches de ce savant montrent que ce terrain a une étendue plus grande qu'on ne le supposait et lui ont fait découvrir des gisements de fossiles de l'étage rhétique dans des roches regardées comme appartenant au *flysch*. Il a indiqué des faits de cette nature dans la chaîne du Gurnigel ; il signale [9] aussi la découverte, faite dans la chaîne du Moléson, de fossiles du lias et du terrain jurassique inférieur dans une roche qu'on avait jusqu'alors classée dans le flysch, et celle de fossiles [10] du lias supérieur et de l'oolite inférieure dans des schistes marneux

qui forment une zone s'étendant de l'Hongrin à Jaun le long de la chaîne des Gastlosen et qui avaient été également rapportés au flysch. De ces faits, M. Fischer conclut que ce dernier terrain appartient à une époque bien plus ancienne que l'époque tertiaire.

Continuant ses recherches sur le même sujet dans la région comprise entre Merlingen et Sigriswyl au nord du lac de Thoune, ce savant[53] énonce l'opinion que le *grès de Taviglianaz*, qui est intimement lié au flysch, doit être attribué à une époque bien antérieure à la période éocène et probablement à l'époque triasique.

Il faudrait, semble-t-il, des faits plus positifs pour amener dans la géologie des Alpes un semblable bouleversement. On peut rapporter aux couches rhétiques et à la base de la série jurassique un certain nombre de gisements regardés jusqu'ici comme éocènes, sans cependant généraliser un fait contre lequel une multitude d'observations viennent protester.

M. **Oester**[55] a publié une description des *Inocèrames* des terrains jurassiques des Alpes Suisses. Ce sont les *Inoceramus Falgeri* Mer. et *I. undulatus* Ziet. du lias supérieur, l'*I. fuscus* Quenst. du terrain jurassique inférieur et l'*I. Brunneri* Oost. du calcaire jurassique moyen (*Chatelkalk*).

Les couches à *Zoophycos* ont été étudiées par le même paléontologiste[54] qui classe ces organismes bizarres parmi les algues. On trouve dans les couches rhétiques le *Zoophycos flabelliformis* Fisch.-Oost. avec un *Megalodon*, le *Polycampton alpinum* Oost. et divers restes de plantes; dans les terrains jurassiques le *Z. Scoparius* Thioll. sp., et dans les terrains crétacés le *Z. Brianteus* Mass.

L'*étage tithonique* a déjà été reconnu sur plusieurs

points de nos Alpes et de nouvelles recherches montreront probablement qu'il y occupe une étendue considérable. M. **F.-J. Pictet** [37], qui a joué un rôle important dans les débats relatifs à cet étage, a présenté à la Société helvétique des sciences naturelles un rapport sur l'état de cette discussion. M. Zittel * et M. Pictet divisent aujourd'hui l'étage tithonique en deux parties comprises entre la couche à *A. temulobatus* et le calcaire néocomien inférieur. M. Zittel rapporte à la division inférieure le klippenkalk de Rogoznik, le calcaire à *Terebratula diphya* du Tyrol, le marbre verdâtre des Apennins, et à la division supérieure, les calcaires coralliens de Stramberg, de Wimmis, du Salève, le calcaire à *Terebratula janitor* de la Porte-de-France, le calcaire à nérinées de Palerme, etc. M. Pictet est disposé à reconnaître que dans l'occident de l'Europe (Provence, Salève, Wimmis), les étages sont à peu près conformes à ce qu'on trouve dans le reste de la France et sont recouverts par les dépôts du néocomien littoral. Les limites de la période jurassique et de la période crétacée y paraissent claires, tandis que dans la région comprise entre les Carpathes et l'Italie, on trouve l'étage tithonique placé sur les confins des deux grandes périodes jurassique et crétacée et présentant les deux subdivisions qui viennent d'être indiquées.

La faune corallienne de la Simmenfluh et de la Burgfluh près de Wimmis, a été décrite par M. **Ooster** [33]. Elle est très-riche en gastéropodes, surtout en nérinées *N. Staszycii, Moreana, Bruntrutana, Mandelslohi, Haueri, nodosa, Sequana, Salevensis...*, et contient de nombreux acéphales, parmi lesquels M. Ooster cite le *Cardium coralli-*

* *Geologische Beobachtungen aus den Central-Apenninen*. Benecke's Beiträge, 1869, II, p. 151.

num, les *Diceras arietina*, *Munsteri* et *Escheri*, des brachiopodes, *Terebratula Bieskidensis*, *Tichaviensis*, *magadiformis*, *Rhynchonella inconstans*, *Astieriana*, *lacunosa* et des échinodermes.

On a beaucoup discuté sur la position des calcaires qui renferment ces fossiles. En 1857, M. Brunner de Wattenwyl* a indiqué la succession suivante pour les terrains de la Simmenfluh :

Au-dessus de calcaires noirs** (*1*) avec *Ammonites kridion* et *Avicula inæquivalvis* qui appartiennent au lias et qu'on voit au Kapf près de Reutigen, se trouvent des calcaires sans fossiles (*2*) rapportés aux terrains jurassiques inférieur et moyen. Ils sont recouverts d'un calcaire schisteux noir (*3*) abondant en fossiles: *Pholadomya Protei* Defr., *Ceromia excentrica* Ag. sp., *C. obovata* Rœm. sp., *Mytilus subpectinatus* d'Orb., *M. jurensis* Mer., *M. subæquiplicatus* Goldf., *Hinnites inæquistriatus* d'Orb., *Rhynchonella trilobata* Munst..... Toutes ces espèces sont kimméridgiennes, à l'exception de la dernière que d'Orbigny classe dans le terrain oxfordien; c'est la même faune qui se trouve dans les calcaires noirs de Vorgny sur la route d'Aigle aux Ormonts et dans les calcaires foncés du Chablais.

Ce terrain a été rapporté au terrain kimméridgien par M. Studer, M. A. Favre et anciennement par M. Renevier. Ces calcaires schisteux noirs sont recouverts des calcaires (*4*) gris ou blancs, grenus, très-épais, à faune corallienne. Un calcaire schisteux rouge ou verdâtre (*5*) qui ren-

* *Geognostische Beschreibung der Gebirgsmasse des Stockhorns*. Mém. de la Société helvét. des Sciences natur., XV.

** Voyez la coupe ci-jointe qui est la reproduction de la coupe donnée par M. Fischer-Ooster, moins toute la partie théorique.

ferme des inocérames et des oursins et que M. Brunner rapporte au calcaire de Seeven (craie), repose sur ces calcaires, et les roches du flysch (*6*) terminent la série.

La plupart des géologues, MM. **Studer, Bachmann**[1], **Hébert**[20], qui ont visité cette localité, admettent cette coupe et regardent la succession des terrains comme parfaitement normale.

M. **Fischer-Ooster**[7] est d'un avis différent et classant les couches rouges (*5*) dans la série jurassique, il les regarde comme plus anciennes que le calcaire corallien qui serait lui-même de formation antérieure au calcaire kimméridgien. Il explique cette anomalie « par un refoule-» ment latéral des couches coralliennes sur les kimmé-» ridgiennes par la même pression latérale qui a fait » surgir la chaîne du Stockhorn. » D'après lui les divers terrains de la Simmenfluh formeraient une grande combe dans laquelle le flysch (*6*), qu'il rapporte au lias, correspondrait aux calcaires à *Ammonites kridion* (*1*) et le calcaire à inocérames (*5*) aux calcaires sans fossiles (*2*).

M. **Renevier***[44] a distingué les calcaires gris (*4*) en deux parties, la partie inférieure, correspondant au *calcaire de Châtel-S.-Denis*, étant séparée, d'après lui, de la partie supérieure par les couches rouges à inocérames (*5*). Il ne semble pas à M. Renevier que « le terrain corallien » de Wimmis puisse être plus récent que la base du » jurassique supérieur, » et il conclut que « les couches » rouges, le calcaire compacte gris blanchâtre sous-» jacent et avec lui tout le *Chatelkalk*, enfin à plus forte » raison le soi-disant kimméridgien de Wimmis et des » Alpes vaudoises, n'appartiennent point au jurassique

* *Quelques observations géologiques sur les Alpes de la Suisse centrale.* Bulletin de la Société vaudoise, 1868, X, p. 52.

» supérieur, mais bien au groupe oxfordien, si même le » calcaire foncé à *Mytilus* n'est pas encore plus ancien. »

La faune des calcaires rouges de la Simmenfluh a été décrite par M. **Ooster**[33]. Elle renferme suivant ce savant paléontologiste quelques dents d'*Oxyrhina*, l'*Inoceramus Brunneri* Oost., identique d'après lui à l'espèce qui se trouve dans les calcaires du Moléson, de Châtel-Saint-Denis, etc., des acéphales indéterminables, le *Collyrites Friburgensis* Oost. et le *C. capistrata* Desm.

MM. Ooster et Fischer-Ooster classent donc ces calcaires rouges* dans la série jurassique et sont d'accord sur ce point avec M. Renevier. Mais M. **Bachmann**[4] et M. **Gilliéron**[15] ont fait à ces savants de sérieuses objections. On sait combien l'étude des inocérames est difficile et quelle doit être la conservation de ces fossiles pour qu'ils puissent être déterminés d'une manière certaine. Quant aux oursins, ceux qui sont figurés par M. Ooster sont malheureusement à peu près indéterminables, et comme l'a dit M. Gilliéron, ils pourraient aussi bien appartenir au genre exclusivement crétacé des *Micraster*. De plus les couches de la Simmenfluh abondent en foraminifères de l'époque du calcaire de Seewen. *Lagena orbicularis* Kaufm., *L. ovalis* Kaufm., etc. Il faut donc distinguer les calcaires rouges de la Simmenfluh qui sont riches en foraminifères et pauvres en autres fossiles, de certaines parties du calcaire de Châtel qui sont aussi rouges; celles-ci ne renferment pas de foraminifères, mais elles sont riches en fossiles et ordinairement concrétionnées. Les calcaires de la Simmenfluh se prolongent

* M. B. Studer a fait, il y a déjà longtemps, des observations sur la nature de ces terrains. *Annales des Sc. natur.*, 1827. — *Geologie der Westlichen Schweizer-Alpen*, 1834.

avec les mêmes caractères dans les Alpes de Fribourg où on les voit au-dessus des calcaires néocomiens, tandis que les calcaires de Châtel sont inférieurs à ces derniers.

Suivant M. Bachmann, M. Renevier aurait commis une confusion semblable dans les Alpes de Schwytz et, trompé par le caractère minéralogique des roches, il aurait pris pour du calcaire de Châtel des calcaires rouges superposés au gault et qui contiennent des inocérames et des foraminifères.

Il résulte de l'examen microscopique fait par M. **Th. Studer** [47] sur un certain nombre de roches des Alpes que les foraminifères du calcaire de Seewen décrits par M. Kaufmann sont très-constants dans ce terrain. Ils y sont représentés par des genres purement crétacés qui ne se trouvent jamais dans des roches évidemment jurassiques. La présence de ces fossiles est donc un excellent guide pour distinguer ces deux terrains qui ont entre eux une grande ressemblance pétrographique.

Dans la note déjà citée, publiée en 1868 par M. Renevier, ce savant dit avoir reconnu, sur la route d'Yberg à Schwytz, des cargneules et des gypses appartenant au terrain triasique, et des schistes et des grès qu'il rapporte au terrain jurassique inférieur, tandis que ces couches sont indiquées comme terrain éocène sur la carte géologique de la Suisse. Cette opinion, qui ne repose que sur l'analogie pétrographique, a été réfutée par M. **Bachmann**; il a montré que ces schistes et ces grès, qui reposent sur le calcaire de Seewen, appartiennent au flysch dont ils renferment non loin de là des fossiles caractéristiques. Quant à la cargneule et au gypse, leur position stratigraphique prouve évidemment qu'ils appartiennent à la série éocène. Ce fait a été établi il y a plusieurs

années par M. Escher et M. Bachmann *, et j'ai pu m'en assurer moi-même **.

M. **Bachmann**, répondant à quelques objections de M. Renevier sur la nature de certaines couches du Simmenthal, a montré que celles-ci reposent sur les couches de la craie et renferment en plusieurs points des fucoïdes caractéristiques du flysch et des organismes indéterminables, qui n'ont encore été rencontrés que dans cette formation. On ne peut donc conserver aucun doute sur leur âge. M. Fischer-Ooster [7] avait aussi contesté la nature de ces couches et exprimé l'opinion qu'elles appartiennent, ainsi que celles de la chaîne du Niesen, à l'époque liasique et non à l'époque éocène.

M. **Escher de la Linth** [4] a présenté à la Société helvétique une coupe des terrains crétacé et éocène, prise entre le Pragelpas et Yberg dans le canton de Schwytz. Il a recueilli au Drusberg l'*Holaster Lardyi* (des marnes bleues de Neuchâtel) associé aux *Toxaster Brunneri*, *Botriopygus cylindricus* et *Pygaulus Desmoulinsi* (de l'urgonien). Il remarque que le *Toxaster Brunneri* qui caractérise le néocomien supérieur au Drusberg, au Sentis et dans les Kurfursten, se trouve associé au *Pygaulus Desmoulinsi* et à l'*Ostrea Couloni* au milieu des calcaires urgoniens à la Guggernfluh près d'Yberg.

M. **Fischer-Ooster** [12] a pris, au Kublisbad (au nord de l'extrémité orientale du lac de Thoune), une coupe dans laquelle on voit se succéder les terrains suivants : terrain urgonien avec caprotines et nérinées, gault peu puissant et calcaire de Seewen avec *Ananchytes ovata* Lam.

* *Jahresber. des Schweiz. Alp-Vereins*, 1865.

** *Archives des Sc. phys. et natur.* Genève, 1865, tome XXII.

M. **K. Mayer**[25] a présenté une section du *terrain nummulitique* prise sur la rive droite de la Sihl dans les environs d'Einsiedeln. Il a recueilli dans ce terrain, formé d'une alternance de marnes et de calcaires, une faune très-riche (77 espèces) et particulièrement abondante en gastéropodes; cet horizon paraît correspondre à la couche à *Cerithium giganteum.*

Le même paléontologiste[26] a continué le catalogue descriptif des Mollusques tertiaires du Musée fédéral de Zurich et il a étudié en 1868 la famille des *Arcacides.*

II. Le Jura et la plaine.

La chaîne du Jura a été cette année l'objet d'un travail important exécuté avec talent par M. **A. Jaccard**[27] et publié par la Commission de la carte géologique. Cet ouvrage, qui donne la description du Jura vaudois et neuchâtelois, est accompagné de nombreuses coupes et des feuilles XI et XVI de l'Atlas fédéral: il traite successivement de deux régions bien distinctes: la plaine Suisse et le Jura proprement dit. La contrée située au sud du lac de Genève a été coloriée géologiquement par M. A. Favre. M. Jaccard passe en revue les terrains quaternaires, tertiaires, crétacés et jurassiques jusqu'au terrain lédonien (oolite inférieure), le dernier qui soit visible dans ces montagnes : l'étude de ces diverses formations est faite d'une manière très-complète et appuyée de nombreuses listes de fossiles. L'auteur s'occupe ensuite du parallélisme des terrains qu'il a étudiés avec ceux des autres parties du Jura, puis il traite de l'orographie de cette chaîne et de la technologie.

M. **P. Merian**[28] a décrit des fossiles recueillis à Ste-Vérène près de Soleure. Sur 15 espèces, 14 appartien-

nent à l'étage dicératien: la *Lima suprajurensis*. Contej. seule caractérise un horizon plus élevé.

MM. **Pictet** et **Campiche**[38] ont continué la description des fossiles du terrain crétacé des environs de Ste-Croix. Je n'insisterai pas sur ce travail qui est généralement connu et indispensable à l'étude des terrains crétacés. Il en a paru cette année trois livraisons dans lesquelles le savant paléontologiste de Genève a terminé l'étude de la famille des Rudistes, décrit celle des Malléacés et commencé l'examen des celle des Limides.

MM. de **Loriol** et **Gilliéron**[24] ont publié une monographie de l'étage urgonien inférieur du Landeron (canton de Neuchâtel), représenté dans cette région par la roche nommée pierre de Neuchâtel; il repose sur les marnes d'Hauterive et on peut constater un passage entre les faunes de ces deux étages. L'étude stratigraphique est due à M. Gilliéron. L'étude paléontologique, faite par M. de Loriol, a prouvé que « la faune des cou- « ches à spongitaires du Landeron doit être envisagée « comme représentant une faune de transition entre la « faune de l'étage néocomien suisse à faciès jurassique « et celle de l'étage urgonien inférieur. » M. de Loriol a décrit 89 espèces fossiles, poissons, mollusques, échinodermes, polypiers et spongitaires. Les mollusques lamellibranches, les échinodermes et les spongitaires sont très-abondants et le nombre des espèces de ce dernier groupe donne même à ce terrain un faciès particulier. L'étage urgonien inférieur des géologues suisses est synchronique de l'étage néocomien proprement dit du bassin de Paris; leurs couches déposées dans une même mer ont dû à des circonstances locales un certain nombre de modifications.

Les recherches de M. **Knab** [22] semblent avoir résolu la question de la formation de l'*asphalte* urgonienne du Val de Travers. Après avoir démontré qu'elle ne peut provenir uniquement de plantes terrestres ni de plantes marines, et qu'elle ne peut avoir une origine purement minérale, ce savant conclut de la présence de l'ammoniaque dans cette asphalte que la formation en est due à des matières organiques animales provenant de la décomposition de certains mollusques, et peut-être des caprotines. Les observations faites par M. de Saussure * sur les côtes de Cuba et par M. Fraas ** sur les bords de la Mer Rouge confirment cette manière de voir.

MM. **Pictet** et **Humbert** [39] ont publié un travail sur les animaux vertébrés du *terrain sidérolithique* trouvés au Mauremont. C'est un supplément au mémoire de MM. Pictet, Gaudin et Delaharpe (1855-1857). Grâce à ce nouveau travail, l'étude de ce gisement est aujourd'hui heureusement complétée. Les auteurs signalent la présence du *Paleotherium magnum* qui n'avait pas encore été indiqué dans ce dépôt, celle des genres *Anchilopus, Lophiotherium* et *Chaeromorus,* deux espèces de *Camotherium* et « une série intéressante de dents de *Lophiodon* qu'on « pourrait s'étonner de trouver dans une faune contem- « poraine de celle des gypses de Paris, si M. Rutimeyer « n'avait pas déjà signalé l'existence d'un fait semblable « dans le canton de Soleure. »

Deux coupes du bassin d'Yverdon (Vaud), faites par M. **Renevier** [40], donnent en ce point la série des terrains jurassique supérieur, néocomien, éocène (sidérolithique) et miocène, recouverts par les dépôts quaternaires.

* *Actes de la Société helvét. des Sc. natur.*, 1868, p. 68.
** *Idem*, p. 69.

M. **P. Merian**[27] a décrit des fossiles tertiaires découverts dans un nouveau gisement à Therwyler près de Bâle. Ces fossiles (*Cerithium plicatum* Brug., *C. arcuatum* Sandb., *Bullina exerta* Desh., etc.) appartiennent à la subdivision des calcaires à cérithes et des marnes à cyrènes établies par M. Sandberger dans le bassin de Mayence.

M. **P. Vionnet**[51] a mentionné quelques affleurements nouveaux de la *mollasse* d'eau douce inférieure dans les vallées de l'Aubonne, du Boiron, etc. (canton de Vaud).

Science préhistorique[52]. — M. **Thioly**[53] a donné la description des objets trouvés dans la *station de Veyrier* au pied du Salève. C'est là qu'on a constaté pour la première fois au pied des Alpes l'association de l'homme et du renne. Une découverte analogue a été faite à Schussenried en Wurtemberg : mais cette station paraît se rattacher à celles du nord de l'Europe et particulièrement de la Belgique, tandis que celle de Veyrier se lie étroitement à celles du Périgord. « Elle serait donc « jusqu'à présent, dit M. Vogt, l'avant-poste le plus avancé « vers le nord-est de cette race artistique qui peuplait le « midi de la France à l'époque du renne. »

Une préface de M. **Vogt** précède cette étude. Contrairement à l'opinion de M. Rutimeyer qui conclut, quoique avec doute, à la domestication du cheval, du bœuf et du renne à cette époque reculée, M. Vogt, d'accord avec M. de Mortillet, regarde cette association d'animaux domestiques comme très-invraisemblable. Les hommes de Veyrier étaient, d'après lui, essentiellement chasseurs.

La *station lacustre* des Eaux-Vives près de Genève a été fouillée par M. **Thioly**[54]. Elle avait environ 120^{m} de longueur sur 50^{m} de largeur. M. Thioly y a recueilli des

objets de bois de cerf, des silex taillés, des tessons de poteries grossières, des marteaux de pierre et de nombreuses haches en pierre polie dont l'une offre le type de la hache des dolmens.

III. Ouvrages généraux.

M. **B. Studer**[44] a publié des « Explications à la seconde édition de la carte géologique de la Suisse. » Je n'analyserai pas cette intéressante brochure dans laquelle le savant professeur donne un résumé de la géologie de la Suisse et complète sur plusieurs points les renseignements qui nous sont fournis par la carte. A l'exception de quelques changements, ce travail est la traduction de celui qui a été publié en 1868 dans le Bulletin de la Société géologique de France.

Il a paru cette année plusieurs livraisons d'un ouvrage d'une haute importance. Je veux parler de l'*Echinologie helvétique* de MM. **Desor** et **de Loriol**[5]. Le soin extrême avec lequel cette publication est exécutée, la beauté et l'abondance des planches, en font un travail fondamental pour la paléontologie de la Suisse. Cet ouvrage, commencé en 1868, est divisé en trois parties, qui comprennent les échinides des formations jurassique, crétacée et tertiaire. L'étude des Cidaridées jurassiques (*Cidaris, Rabdocidaris, Polycidaris, Diplocidaris*) est aujourd'hui terminée, et, dans la famille des Diadématidées, les genres *Pseudocidaris, Hemicidaris, Acrocidaris Pseudodiadema* des terrains jurassiques sont déjà publiés.

Terrain quaternaire. — MM. **A. Favre** et **L. Soret**[6] ont présenté à la Société helvétique des Sciences naturelles leur rapport annuel sur l'étude et la conservation des *blocs erratiques ;* il montre l'intérêt général ex-

cité en Suisse par l'étude du terrain glaciaire. Dans un grand nombre de cantons, des commissions se sont organisées et travaillent activement; sur plusieurs points même, les autorités locales ont prêté leur concours à cette œuvre dont le but final est la carte du terrain glaciaire de la Suisse et la conservation d'un certain nombre de blocs erratiques.

Nulle part ce travail n'a fait de progrès plus rapides que dans l'*Argovie*, grâce à M. le professeur **Muhlberg**[29] qui a publié un mémoire détaillé sur le terrain glaciaire de ce canton. La position même de l'Argovie, envahie par tous les grands glaciers du versant nord des Alpes suisses, ceux du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Limmat et du Rhin, a donné à cette étude un grand intérêt. La puissance des dépôts qu'ils y ont laissés, et l'abondance des moraines ont permis à M. Muhlberg de tracer leurs limites à l'époque de leur grande extension; il a constaté en particulier que les glaciers du Rhône et du Rhin se réunissaient dans la partie septentrionale du canton.

M. l'ingénieur **Lochmann**[25] a fait un rapport sur la marche des travaux relatifs au terrain glaciaire dans le canton de Vaud pendant l'année 1868, et a joint à ce travail des figures de plusieurs blocs erratiques.

M. **A. Muller**[31] a signalé des blocs erratiques d'origine alpine sur le plateau bâlois. Les anciens glaciers des Alpes semblent s'être étendus à l'ouest par-dessus le Jura jusqu'au Rhin et peut-être au delà, de même qu'ils ont franchi à l'est le lac de Constance. Ils ont rencontré aux environs de Bâle ceux de la Forêt-Noire. Les grands dépôts de cailloux roulés qu'on observe au sortir des vallées de la Birs et de l'Ergoltz sur le diluvium alpin, se rattachent probablement au phénomène du retrait des glaciers.

Nous devons à M. le pasteur **Rytz** [43] une intéressante notice sur les formations erratiques de la vallée de la Kander, et à M. **Bachmann** [2] des détails sur les formations quaternaires de la partie inférieure de cette vallée.

Dans une courte notice M. **B. Studer** [45] a rappelé la part que *J. Forbes* a prise à l'étude des glaciers. Le savant anglais a établi le premier qu'ils avancent comme des courants de liquide visqueux.

MM. **Ch. Grad** et **A. Dupré** [19] se sont livrés à des observations sur la constitution et le mouvement des glaciers de Grindelwald et d'Aletsch. Ils ont fait une série d'expériences sur la constitution de la glace glaciaire, expériences qui relèvent de la physique plus que de la géologie. Leurs observations sur le mouvement et l'ablation des glaciers confirment en tous points les résultats obtenus par MM. Agassiz, Martins, Dollfuss-Ausset, etc.

M. Grad [17 18] donne quelques chiffres relatifs à la marche des glaciers. D'après ce savant, celui de Grindelwald aurait atteint son plus grand développement en 1600 et 1602; en 1750 il aurait repris ses plus faibles limites connues. Une magnifique moraine frontale indique la limite extrême du glacier en 1601, à 657^{m} de son pied au mois de janvier 1869, et à 63^{m} de la moraine frontale de 1855, époque depuis laquelle le glacier recule constamment. Le même savant réfute la tradition qu'un enfant aurait été amené en 1576 par le col de Viesch du Valais à Grindelwald pour y être baptisé.

Orographie. — M. **B. Studer** [46] a publié une orographie des Alpes suisses, dans laquelle il a divisé cette chaîne en un certain nombre de massifs. L'idée qui a guidé l'illustre géologue bernois est celle du rapport in-

time qui existe entre la configuration des montagnes et leur nature géologique. Tel groupe de montagnes, découpé par de profondes vallées, ne formera, aux yeux du géologue, dit M. Studer, qu'un seul massif, tandis qu'il pourra regarder comme étrangères à ce groupe certaines parties pui n'en sont séparées que par des vallons.

M. **Rutimeyer**[42] a publié un mémoire important sur la formation des lacs et des vallées. Il divise cette étude plus orographique que géologique de la manière suivante:

1° Vallées tracées dans les roches non disloquées (la plupart de celles qui sont creusées dans la mollasse ou le nagelfluh).

2° Vallées creusées dans les roches disloquées : *a*) vallées transversales (particulièrement celles des Alpes) : *b*) vallées longitudinales (surtout celles du Jura).

Il examine ensuite la formation des lacs.

Le savant bâlois n'admet pas que la glace ait joué un rôle dans la formation des vallées et des lacs comme l'ont supposé MM. Ramsay, Tyndall, etc., mais il regarde l'eau comme l'agent principal de leur formation.

M. **A. Favre**[5] a retracé dans quelques pages les principaux traits du rôle scientifique de *H.-B. de Saussure* et publié plusieurs pièces inédites de cet illustre géologue. La manière dont il appliqua la méthode d'observation à la géologie, le genre de recherches tout nouveau qu'il poursuivit dans les Alpes avec tant de persévérance et de perspicacité, sont les plus grands titres de gloire de ce savant naturaliste.

NOTES.

1. J. **Bachmann.** Quelques remarques sur une note de M. Renevier intitulée : Quelques observations géologiques sur les Alpes de la Suisse centrale. Mittheil. Bern, p. 161.
2. — Ueber die jungen oder quartären Bildungen im untern Kandergebiete, Mittheil. Bern, p. XXXII.
3. C. **Desor** et P. **de Loriol.** Échinologie helvétique : Description des oursins fossiles de la Suisse (suite).
4. A. **Escher de la Linth.** Actes Soc. helv., 1868, p. 61.
5. A. **Favre.** H.-B de Saussure et les Alpes. Bibl. Univ., XXXVI.
6. A. **Favre** et L. **Soret.** Troisième rapport sur l'étude et la conservation des blocs erratiques en Suisse. Actes Soc helv., 1869.
7. C. **von Fischer-Ooster.** Geognostische Beschreibung der Umgebung von Wimmis (Berner Oberland). Prot. helv., I, p 5.
8. — Die rhætische Stufe der Umgegend von Thun. Mittheil. Bern, p. 32.
9. — Ueber das Vorkommen einer Liaszone zwischen der Kette des Moleson und dem Niremont im Kanton Freiburg. Mittheil. Bern, p. 184.
10. — Ueber die schmale Flyschzone vom Hongrin längs den Gastlosen gegen Jaun hin. Mittheil. Bern, p. 187.
11. — Ueber das geologische Alter des sogenannten Tavigliana-Sandsteines. Mittheil. Bern, p. 189.
12. — Ueber stratigraphische Verhältnisse beim Küblisbad an der Nordseite des südlichen Endes des Thunersees. Mittheil. Bern, p. 196.
13. **Gerlach.** Die Pennischen Alpen. Beiträge zur Geologie der Schweiz. Mém. de la Société helv. des Sciences natur., XXIII.
14. — Feuille XXII de l'Atlas fédéral, coloriée géologiquement.
15. **Gilliéron.** Lettre au prof. B. Studer. Mittheil. Bern, p. 174.
16. F. **Giordano.** Ascensione del Monte Cervino, nel settembre 1868. Atti della Soc. Ital. di Sc. natur., 1869, XI, p. 671. — Notice sur la constitution géologique du mont Cervin. Archives des Sciences phys. et natur., XXXV, p. 255
17. Ch. **Grad.** Observations sur la vallée de Grindelwald et ses glaciers (août 1868). Bull. de la Soc. de géogr. Paris, 1869, p. 5.
18. — Observations sur les glaciers du Grindelwald. Bull. de la Soc. des Sciences natur. de Strasbourg, II, p. 75, 81.
19. Ch. **Grad** et A. **Dupré.** Observations sur la constitution et le mouvement des glaciers. Comptes rendus de l'Acad. des Sc., LXIX, p. 955.

20. E. **Hébert.** Sur les calcaires de Wimmis. Bulletin de la Société vaud, X, p. 292.

21. **Jaccard.** Jura vaudois et neuchâtelois Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, 6me livraison avec les feuilles XI et XVI de l'Atlas fédéral, coloriées géologiquement.

22. A. **Knab.** Théorie de la formation de l'asphalte au Val-de-Travers et de la production des bitumes volatiles en général Bull. de la Soc. natur. de Neuchâtel, VIII, p. 226.

23. **Lochmann.** Rapport sur les blocs erratiques. Bull. de la Soc. vaud., X, p. 185.

24. P. **de Loriol** et **Gilliéron.** Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage urgonien inférieur du Landeron (Neuchâtel). Mém. de la Soc. helv. des Sc. natur., XXIII.

25. K. **Mayer.** Coupe du terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln. Actes de la Soc. helv., 1868, p. 68.

26. — Catalogue systématique et descriptif des mollusques tertiaires du Musée fédéral de Zurich (suite). Verh. naturf. Ges. Zurich, XI, p. 21, 163.

27. P. **Merian.** Ueber einige tertiär-Versteinerungen von Therwyler bei Basel. Verhandl. Basel, V, p. 252.

28. — Die Versteinerungen von St Verena bei Solothurn Verhandl. Basel, V, p. 255.

29. F. **Mühlberg.** Ueber die erratischen Bildungen in Aargau und in den benachbarten Theilen der angrenzenden Kantone. Festschrift naturf. Ges. Aargau, 1869.

30. A. **Muller.** Ueber die Umgebungen des Crispalt. Verhandl. Basel. V, p. 194.

31. — Ueber einige erratische Blöcke im Kanton Basel. Verhandl. Basel, V, p. 247.

32. G. **Negri** et E. **Spreafico.** Saggio sulla geologia dei dintorni di Varese e di Lugano. Memor. del. R. Istit. Lomb., XI.

33. **Ooster.** Die fossile Fauna des rothen Kalkes bei Wimmis. Protozoe helvetica, I, p. 1.

34. — Die organischen Reste der Zoophycos-Schichten der Schweizer-Alpen Protozoe helvetica, I, p. 15.

35. — Beitrag zur Kenntniss der jurassischen Inoceramen der Schweizer-Alpen. Protozoe helvetica, I, p. 36.

36. — Le corallien de Wimmis. Pétrifications remarquables des Alpes suisses.

37. F.-J. **Pictet.** Rapport fait à la session de 1869 de la Société helvétique des Sciences naturelles sur l'état de la question relative aux limites de la période jurassique et de la période crétacée. Arch. des Sc. phys. et nat. Genève, XXXVI, p. 224

38. F.-J. **Pictet** et **Campiche.** Description des fossiles du terrain crétacé de Ste-Croix. Matér. pour la Paléontol. suisse, 5me sér.
39. F.-J. **Pictet** et A. **Humbert.** Mémoire sur les animaux vertébrés du terrain sidérolithique du canton de Vaud. Matér. pour la Paléont. suisse, 5me série, 4me et 5me livr.
40. **Renevier.** Coupes géologiques des deux flancs du bassin d'Yverdon. Bulletin de la Soc. vaud., X, p. 265.
41. — Réponse aux observations de M. Hébert sur les calcaires de Wimmis. Bulletin de la Soc. vaud., X, p. 295.
42. **Rutimeyer.** Ueber Thal-und See-Bildung. Beiträge zum Verständniss der Oberfläche der Schweiz.
43. **Rytz.** Beitrag zur Kenntniss der erratischen Bildungen im Kanderthal. Mittheil. Bern, p. 197.
44. B. **Studer.** Erläuterungen zur zweiten Auflage der geologischen Karte der Schweiz von B. Studer und A. Escher von der Linth.
45. — Ueber das Verdienst von J. Forbes um die Physik der Gletscher. Mittheil. Bern, p. XI.
46. — Orographie der Schweizer-Alpen. Jahrb. des Schweiz Alp.-Club, 1869, p. 473. Ann. du Club alpin suisse, 1869, p. 449.
47. Th. **Studer.** Ueber Foraminiferen aus der Alpinen-Kreide. Mittheil. Bern, p. 177.
48. **Theobald.** Geologische Beschreibung der Gegend von Ragaz und Pfäfers.
49. — Der Kistenpass und seine Umgebung. Naturf. Ges. Graubünd.
50. F. **Thioly.** Documents sur les époques du renne et de la pierre polie dans les environs de Genève : *a.* Description d'objets de l'industrie humaine trouvés à Veyrier, près de Genève, et appartenant à l'époque du renne, avec une introduction de M. C. Vogt. *b.* Description d'objets de l'époque de la pierre trouvés sur l'emplacement lacustre des Eaux-Vives. Bulletin de l'Institut genevois, XV.
51. P. **Vionnet.** Notes sur quelques affleurements de la mollasse d'eau douce inférieure dans les vallées de l'Aubonne, du Boiron, etc. Bulletin de la Société vaud., X, p. 329.
52. Voyez aussi sur ce sujet l'indicateur des antiquités suisses, « Anzeiger für Schweizerische Alterthumskunde. » Zurich.

NOTE

SUR LES

CLADOCÈRES DES GRANDS LACS DE LA SUISSE

PAR

M. P.-E. MÜLLER.

Les études sur les Cladocères (Latr.), faites dans ces dix dernières années en Scandinavie, ont montré dans les différentes parties des eaux douces une distribution des espèces analogue à celle des Crustacés marins dans les diverses régions de la mer. Ainsi l'on peut parler d'une faune littorale et d'une faune pour ainsi dire pélagique des lacs; en même temps, la faune des Cladocères des petits étangs a de son côté un caractère plus ou moins spécial et différent de celui de la faune des grands bassins.

Un savant Suédois, M. Lilljeborg est le premier qui ait trouvé des Cladocères appartenant exclusivement à la faune du milieu des lacs; il a décrit en 1860 [1] les deux intéressants genres *Bythotrephes* et *Leptodora*, dont il avait trouvé des représentants dans les grands bassins d'eau douce de la Suède. Le nombre des Cladocères appartenant à cette faune spéciale a été considérablement augmenté par les excellentes recherches de M. O.-G.

[1] Lilljeborg, W., Beskrifning öfver tvenne märkliga Crustaceer af ordningen Cladocera [Oefversigt af Kgl. Vetensk. Akademiens Förhandlingar], 1860.

Sars[1] en Norwége, et j'ai eu l'occasion[2] de montrer, que les lacs du Danemark sont peuplés comme ceux des autres pays Scandinaves sous le rapport des Cladocères.

Dans les autres parties de l'Europe la faune des grands lacs est très-peu connue ; en parcourant les ouvrages qui traitent de ces animaux, on trouvera, qu'en Russie (Fischer), en Angleterre (Baird), en France (Straus) et en Suisse (Jurine) ce sont seulement les Cladocères des petits étangs qui ont été étudiés, et que l'on ignore l'existence des belles formes des grands lacs. En Allemagne il en était de même jusqu'à ces dernières années. Mais en 1866 M. Schödler[3] publia la découverte de quelques Daphnides appartenant à cette catégorie trouvées dans le « frische Haff » au bord de la mer Baltique, et l'on connaît déjà depuis une dizaine d'années, par un beau mémoire de M. Zaddach[4], l'étrange *Holopedium gibberum*, qui doit occuper une place dans la même série de Crustacés ; il a été trouvé dans les environs de Dantzig. Hors des pays qui entourent la Baltique, les Cladocères du milieu des lacs sont inconnus. Cependant il y a un Polyphémide trouvé dans le lac de Constance et décrit par M. Ley-

[1] Sars, O.-G., Om Crustacea Cladocera iagttagne i Omegnen af Christiania (Forhandlinger i Videnskabsselskabet i Christiania, 1861), 1862. — Id., Om en i Sommeren 1862 foretagen zoologisk Reise i Christianias og Trondhjems Stifter, Christiania, 1863. — Id., Norges Ferskvandskrebsdyr ; forste Afsnit, Branchiopoda, I, Cladocera Ctenopoda, Christiania, 1865.

[2] Müller, P.-E., Danmarks Cladocera [Schiödte, Naturhistorisk Tidsskrift, III R., V Bd], 1867.

[3] Schödler, J.-E., Cladoceren des frischen Haffs [Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, 32. Jahrg. I Bd.], 1866.

[4] Zaddach, E.-G., *Holopedium gibberum* [Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, 23 Jahrg. I Bd.], 1855.

dig[1], le *Bythotrephes longimanus*, qui a trop d'analogie avec les formes dont il est question, pour qu'on ne soit pas tenté de le mettre dans leurs rangs ; mais l'excellent naturaliste à qui on doit la découverte de cet animal, ne l'ayant trouvé que dans l'estomac du *Corregonus Wartmanni*, poisson qui vit dans les grandes profondeurs des lacs, a dû conclure qu'il habite les mêmes régions que ce Salmone ; il ne pourrait, par conséquent, être compté parmi les autres Cladocères du milieu des lacs qui vivent toujours immédiatement au-dessous de la surface de l'eau.

Les Cladocères qui habitent les bords et le fond des lacs[2] sont pour la plupart les mêmes que ceux qui peuplent les petits étangs ; mais on en trouve pourtant quelques-uns qui semblent attachés principalement à ces grandes nappes d'eau ; la forme la plus caractéristique de ceux-là est l'intéressante *Latona setifera*, découverte, il y a une centaine d'années par O.-F. Müller dans un lac du Danemark[3], oubliée pendant près d'un siècle, et récemment retrouvée dans les trois pays de la Scandinavie. On ne la connaît pas dans les autres parties de l'Europe.

Tel est l'état actuel de nos connaissances relatives à la faune des Cladocères des grands bassins d'eau douce de l'Europe.

Pendant un séjour de deux mois (août et novembre 1868) en Suisse, je me trouvai amené à fixer mon attention sur cette partie de la faune, d'autant plus que ce pays est un sol classique pour l'étude des Cladocères,

[1] Leydig, Dr Fr., Naturgeschichte der Daphniden. Tübingue, 1860.

[2] Il paraît qu'un très-petit nombre de Cladocères seulement descendent jusqu'à une profondeur un peu considérable. En Danemark, je n'ai trouvé qu'une *Alona* (*A. sanguinea*), et en Norwége M. O.-G. Sars a pêché la *Latona setifera* dans ces régions.

[3] Müller, O.-F., Entomostraca. Hafniæ, 1785.

car il a été le théâtre des recherches du vénérable Jurine [1]. Comme ses contemporains, il étudia de préférence les « Monocles » des petits étangs ; ceux des grands lacs lui restèrent inconnus. Voilà pourquoi j'ose croire qu'une Note sur ces derniers peut offrir quelque intérêt. Je me bornerai à mentionner les traits généraux de cette partie de la faune, parce qu'un voyageur ne peut faire des collections assez nombreuses pour fixer les limites entre les espèces et les variétés dans ces formes qui changent beaucoup d'aspect selon les localités. C'est aussi la raison qui m'a empêché d'établir de nouvelles espèces pour quelques animaux qui sans doute sont inconnus, mais qui n'offrent que très-peu de nouveau. — Quant à la classification et à la description des espèces indiquées, on les trouvera dans mon mémoire sur les Cladocères du Danemark.

I. CLADOCÈRES DU MILIEU DES LACS.

L'on peut considérer la série des Cladocères qui habitent cette partie des eaux douces, comme constituant une faune spéciale, car on trouve parmi eux des représentants de la plupart des groupes les plus importants de ces animaux, et ils ont un cachet caractéristique et commun entre eux qui les rend faciles à reconnaître. Ces caractères sont précisément les mêmes que ceux qui distinguent les Crustacés vraiment pélagiques, à savoir : une grande transparence et un tendance à former des organes balanciers qui rappellent surtout l'aspect des étranges larves nageantes des Décapodes brachyures. Ces modifi-

[1] Jurine, L., Histoire des Monocles qui se trouvent aux environs de Genève. Genève, 1820.

cations de l'organisation que j'appelle des organes balanciers sont développées d'une manière distincte et propre à chaque groupe ou au moins à chaque genre de Cladocères. Ainsi certaines Sidines, quand elles gardent leur forme plus ou moins cylindrique, sont munies sur la tête d'une grande dilatation conique propre à favoriser l'équilibre du corps (*Limosida*), et quand leur taille devient comprimée, elles se trouvent renfermées dans une énorme enveloppe gélatineuse qui prête à leurs mouvements une sûreté et un équilibre favorables à la locomotion dans le milieu où elles vivent (*Holopedium*). Les *Daphnia* du milieu des lacs ont toutes une forme très-comprimée et leurs balanciers sont placés dans l'axe longitudinal du corps; ce sont des prolongements antérieurs de la tête, en forme de lame de couteau, et une épine extrêmement allongée de la partie postérieure de la carapace. Les *Bosmina* au contraire, dont l'organisation ne permet pas un prolongement dans ce sens, reçoivent avec une taille comprimée, une dilatation située dans l'axe transversal du corps; leur dos s'élève par une bosse plus ou moins grande, et leurs antennes, qui sont immobiles chez les femelles, descendent perpendiculairement et atteignent quelquefois une longueur très-considérable. Quant aux Polyphémines, elles portent une épine énorme, qui partant de la queue dépasse trois ou quatre fois la longueur de l'animal (*Bythotrephes*), ou bien leur corps est très-court et garni d'une gigantesque bosse dorsale comme chez les *Bosmina* (*Evadne*). Enfin, chez les *Leptodora* c'est l'abdomen lui-même qui, se trouvant allongé, représente le balancier des autres Cladocères.

La faune du milieu des lacs Suisses a des représentants

parmi les deux grandes séries de Cladocères, les Cladocères phytophages qui forment la famille des *Daphnidæ* et les Cladocères rapaces, qui constituent la famille des *Polyphemidæ*.

Fam. I. DAPHNIDÆ.

Tous les genres de Daphnides sont loin de posséder une organisation capable de s'accommoder du milieu pélagique, mais presque tous les grands groupes de cette nombreuse famille ont pourtant leurs représentants parmi les animaux de cette faune. Ces groupes sont la sous-famille des *Sidinæ* et les deux séries de genres que renferme la sous-famille des *Daphninæ* et qui quelquefois ont été considérées comme deux familles distinctes ; seulement parmi les *Lynceinæ* on ne trouve aucun animal pélagique. La famille des Daphnidæ est représentée dans les lacs de la Suisse par les espèces suivantes :

Daphnella brachyura (Liévin).

Sida brachyura, Liévin, Branchiopoden der Danziger Gegend (Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, IV Band), p. 20, Tab. IV, fig. 3-4.

Daphnella Wingii, Baird. — *Diaphanosoma Leuchtenbergianum*, Fischer. — *Daphnella Brandtiana*, Sars. — *Sida brachyura*, Lilljeborg. — *Daphnella brachyura*, P.-E. Müller.

Il paraît que cette espèce est le seul, comme le plus simple représentant des Sidines dans les lacs Suisses. Je ne l'ai trouvée qu'en très-petit nombre dans les lacs de Constance et de Zurich.

Daphnia hyalina, Leydig.

Daphnia hyalina, Leydig, Naturg. d. Daphn., p. 151, Tab. I, fig. 8.
Daphnia pellucida, P.-E. Müller, Danm. Cladoc., p. 116, Tab. I, fig. 5.

Cette espèce telle qu'elle a été décrite par M. Leydig peut être considérée comme le type pur des formes pélagiques du genre Daphnia, dépourvue de ces formations accessoires frontales que j'ai appellées des balanciers. Cependant elle varie énormément selon les localités. Dans les lacs de Constance et de Zurich nous ne trouvons presque pas d'autres individus que ceux qui correspondent parfaitement à la description et aux figures de M. Leydig; mais dans le lac de Thoune une autre variété prédomine; elle ressemble beaucoup à une forme que j'ai trouvée en Danemark et que j'ai décrite sous le nom de *D. pellucida*, sans que l'on puisse pourtant la considérer comme parfaitement identique Cependant en examinant les Daphnia du lac Léman le doute disparaît. Ici la forme de Leydig paraît très-rare, tandis qu'on y trouve la variété du lac de Thoune et mélangés avec elle un assez grand nombre d'individus qui sous tous les rapports sont identiques avec la *D. pellucida*. J'ai trouvé tous les degrés intermédiaires entre la *Daphnia hyalina* à tête mince et étroite, à griffes caudales dépourvues de denticules basilaires, et la *D. pellucida* à tête large, à bec bien courbé et à griffes caudales ornées à leur base d'une série de denticules — petits et très-minces, il est vrai. La *D. hyalina* peut donc dans certaines localités se développer en *D. pellucida*, mais en outre je suis fort tenté de croire que l'espèce suivante n'est qu'une variété encore plus avancée sous l'influence de conditions plus favorables, car j'ai trouvé des individus de *D. pellucida* qui se rapprochent par certains points de la structure de la tête de la *D. galeata*, Sars. Il me manque pourtant encore une série suffisante de formes intermédiaires pour le constater; on

est donc pour le moment obligé de considérer la *D. galeata* comme une espèce distincte.

On trouve la *D. hyalina* dans les lacs de Constance, de Zurich, de Thoune et de Genève.

Daphnia galeata, Sars.

Daphnia galeata, Sars, Zoologisk Reise. Christiania, 1863, p. 21.
Daphnia galeata, P.-E. Müller, Danm. Cladoc., p. 117, Tab. I, fig. 6.

Cette espèce habite le lac Léman en assez grand nombre ; je ne l'ai pas rencontrée autre part.

Bosmina longispina, Leydig.

Bosmina longispina, Leydig, Naturg. d. Daph., p. 207, Tab. VIII, fig. 62.
Bosmina lacustris, P.-E. Müller. Danm. Cladoc., p. 149.

Chez cette espèce les antennules de la première paire ont une longueur médiocre et sont assez droites ; le fil sensitif isolé des antennes a son point de départ tout près de cette ligne que j'ai appellée « linea sejunctionis antennarum ; » les griffes caudales ont six denticules qui ne montent pas jusqu'au tubercule qui porte ces griffes, et la carapace, sans bosse, plus longue que large, est ornée de deux épines sur son angle postérieur et inférieur. On verra que ces caractères sont les mêmes que ceux qui distinguent la Bosmina que j'ai décrite sous le nom de *B. lacustris* ; mais c'est seulement en connaissant les variations de la forme suisse qu'on peut comprendre leur identité ; pourtant le doute ne disparaîtra pas complétement avant que les mâles, si variables chez les Bosmina, n'aient été trouvés.

Il paraît que la *B. longispina* est dans les lacs de la Suisse le seul représentant des trois ou quatre espèces qui peuplent les lacs du Nord. Comme la *Daphnia hyalina* parmi les Daphnia, la *Bosmina longispina* se trouve parmi

les Bosmina plus près du type pur que les espèces pélagiques de la Scandinavie ; c'est une forme moins richement développée que celles-là ; chez elle l'unique trace d'une organisation pélagique se manifeste par l'accroissement un peu extraordinaire des épines postérieures de la carapace. Ce n'est même pas partout que l'espèce porte bien développé cet ornement déjà si modeste. Parmi les lacs que j'ai explorés en Suisse aucun n'est aussi pauvre que le petit lac de St-Moritz dans la Haute-Engadine ; toutes les formes pélagiques ont disparu dans ces régions élevées et stériles, sauf celle qui est partout la plus répandue, la *Bosmina longispina* : mais elle y a perdu son seul luxe, les grandes épines de la carapace ; il n'en reste qu'une faible partie. Sous tous les autres rapports la Bosmina de St-Moritz correspond à celle qui peuple les autres lacs de la Suisse. Dès lors il ne doit être permis de prêter à un caractère aussi variable que la longueur des épines, qu'une importance tout à fait secondaire.

La *Bosmina longispina* est le plus commun de tous les Cladocères pélagiques de Suisse ; je n'ai pas exploré un seul lac sans l'y trouver en grand nombre.

Fam. II. POLYPHEMIDÆ.

Cette famille ne compte que deux espèces dans des lacs de la Scandinavie, la *Leptodora hyalina* Lilljeb. et un *Bythotrephes*, pour lequel j'ai autrefois adopté le nom de *B. Cederströmii*, proposé par M. Schödler. Nous allons voir que ces deux formes sont aussi les seuls représentants de cette famille dans les lacs usisses.

BYTHOTREPHES LONGIMANUS, Leydig.

B. longimanus, Leydig, Naturg. d. Daphn., p. 244.
B. longimanus, Lilljeborg, Beskr. öfv. tv. märkl. Crust. l. c., p. 268, fig. 23-29.
B. Cederströmii, Schœdler, Neue Beitr. etc., p. 73.
B. Cederströmii, P.-E. Müller, Danm. Cladoc., p. 203, Tab. IV, fig. 29; Tab. V, fig. 1-18; Tab. VI, fig. 7.

Nous avons dit que l'auteur distingué de la « Naturgeschichte der Daphniden, » M. Leydig, n'avait trouvé l'étrange animal auquel il donna le nom de *B. longimanus* que dans l'estomac du *Corregonus Wartmanni*; les exemplaires qui étaient à sa disposition se trouvaient donc dans un état peu convenable pour une étude approfondie, et il était par conséquent inévitable que la description et les figures de son espèce n'atteignissent pas à l'extrême exactitude qui distingue les ouvrages de ce savant. Ce fut, sans doute, par suite de semblables observations que M. Lilljeborg, qui presque en même temps que M. Leydig avait trouvé un Bythotrephes dans les lacs de la Suède, donna à son animal le nom de *B. longimanus* Leyd. Mais M. Schödler, en examinant les descriptions de ces deux crustacés, trouva les différences qui existaient entre eux trop grandes pour qu'on pût les réunir dans une seule espèce et il proposa pour la forme Suédoise le nom de *B. Cederströmii*. Quoique je ne pusse me rendre au raisonnement de M. Schödler, je crus pourtant nécessaire d'adopter le nom de *Cederströmii* pour le Bythotrephes de la Scandinavie chez lequel j'avais trouvé certains caractères importants qui semblaient faire défaut chez le Bythotrephes de la Suisse.

Cependant des recherches faites dans le lac de Constance, d'où M. Leydig a tiré son animal, m'ont procuré un Bythotrephes, vivant immédiatement sous la surface de

l'eau comme la forme du Nord ; les lacs de Zurich, de Thoune et de Genève m'ont fourni la même forme. Elle présente une identité parfaite avec le Bythotrephes de la Scandinavie, et de plus, avec le Bythotrephes qui a été trouvé dans l'estomac du Corregonus Wartmanni et que j'ai eu l'occasion d'étudier grâce à l'obligeance de M. Leydig qui m'en a fourni des exemplaires. Le *Bythotrephes longimanus* Leydig est donc la seule espèce qui habite le milieu des lacs d'Europe étudiés jusqu'à présent, et le *Bythotrephes Cederströmii* doit disparaître de la nomenclature.

Des études répétées de la forme suisse m'ont prouvé que la description de cet animal faite par M. Lilljeborg et par moi d'après des exemplaires vivants est correcte, et que les prétendus caractères par lesquels le Bythotrephes de M. Leydig semble différer de la forme du Nord résultent d'une erreur causée très-naturellement par l'état de macération des exemplaires examinés.

Cette espèce est assez commune dans les lacs cités. J'ai trouvé les mâles au milieu de novembre (lac Léman).

LEPTODORA HYALINA, Lilljeborg.

L. hyalina, Lilljeborg, Beskr. öfv. tv. märkl. Crust. etc., l. c., p. 265, fig. 1-22. — Id., Forh. veddet 8de skandinaviske Naturforskermode, 1860, p. 586.

L. hyalina, P.-E. Müller, Danm. Cladoc., l. c., p. 226, Tab. VI, fig. 14-21. – Id., Bidr. til Cladoc. Forplantningshistorie ibid., p. 297, fig. 1-15.

Cet animal, si remarquable par sa transparence parfaite, par son organisation aberrante et par sa grandeur relativement considérable, se trouve assez fréquemment dans les lacs de Constance, de Zurich, de Thoune et de Genève. J'ai trouvé les mâles vers la fin de novembre dans ce dernier.

Les Cladocères qui constituent la faune du milieu des lacs suisses vivent comme leurs parents du Nord immédiatement au-dessous de la surface de l'eau jusqu'à deux ou trois mètres de profondeur. J'ai pu constater pour les lacs du Danemark, qu'ils restent pendant la nuit dans la même couche d'eau que pendant la journée ; sans doute il en est de même en Suisse, et si ces animalcules servent de nourriture à quelques poissons qui habitent ordinairement les grandes profondeurs, comme le Corregonus Wartmanni, cela prouve que ceux-ci, au moins à certaines heures, peut-être après le coucher du soleil, cherchent la surface des lacs pour s'emparer de leur proie.

Vers le commencement de l'hiver ces animaux disparaissent des eaux — sauf peut-être quelques espèces du genre Daphnia — après que leurs œufs d'hiver ont été pondus et flottent sur l'eau jusqu'au printemps suivant. C'est dans le milieu de novembre que le Bythotrephes et la Leptodora meurent dans les lacs du Danemark; dans le lac Léman je les ai trouvés encore à la fin de ce mois.

Dans les eaux du Danemark les énormes essaims de ces animaux sont très-souvent attaqués par un champignon appartenant au groupe des *Saprolegnia*. Cette plante développe son mycelium sous la peau du crustacé, couvre tous les organes intérieurs de ses filaments transparents et tue ensuite l'animal en perforant les tissus extérieurs par ses tiges fructifères. Des masses considérables de nos animaux succombent aux désastreux effets de ce parasite dans les lacs du Nord; en Suisse au contraire, où leur nombre en espèces et en individus est bien plus restreint, je n'ai jamais trouvé la moindre trace de ce Saprolegnia.

II. CLADOCÈRES DU BORD DES LACS.

Les Cladocères du bord des lacs sont, comme nous venons de le dire, faciles à distinguer des formes du milieu ; ils ont un cachet caractéristique qu'ils partagent avec celles des petits étangs.

Ils sont très-peu transparents, et ont une taille trapue, manquent de balanciers ou d'autres prolongements du corps, qui pourraient gêner leurs mouvements entre des objets solides, tels que les pierres et les plantes aquatiques du rivage. Souvent les « rames » (antennes de la seconde paire), formant des nageoires, sont comme chez les Cladocères du milieu leurs seuls organes de locomotion ; ils se maintiennent alors en nageant dans l'eau (les Sida, les Daphnia, les Bosmina, etc. du rivage) ; mais la plupart des espèces présentent encore un développement spécial de quelque organe qui leur permet d'exécuter des mouvements sur les corps solides, c'est-à-dire, sur le sol de leur habitation.

Dans un autre mémoire j'ai déjà eu l'occasion de montrer quels sont ces organes, qui se transforment de manière à se prêter à cette sorte de locomotion. Dans la sous-famille des Daphnidæ, quelques soies des « rames » deviennent grosses et raides, perdent leur plumage et forment des sortes de bâtons épineux à l'aide desquels ces animaux se poussent en avant sur le limon du fond, ou grimpent sur les conferves, les Lemna et autres plantes qu'ils rencontrent dans leur domicile (Macrothrix, Lathonoura, Drepanothrix, etc.). Quelquefois une soie de leurs « rames » est transformée en un crochet au moyen duquel l'animal peut s'attacher aux corps solides, ou bien toute

trace du plumage des « rames » disparaît et ces organes ne présentent d'autre aspect que celui de pattes énormes à l'aide desquelles ces Daphnines rampent sur le limon (*Iliocryptus*). — Alors dans cette sous-famille ce sont presque toujours les « rames » qui constituent le seul organe de locomotion en servant tantôt à nager, tantôt à ramper. Chez les Lyncéines au contraire les « rames » ne présentent qu'un développement très-restreint et servent exclusivement à la natation ; tandis que c'est de la queue que se servent pour marcher ces animaux toujours attachés au fond de l'eau ; c'est pour eux un pied. Cet organe ordinairement mince et peu développé chez les Daphnines, devient fort et très-chargé de chitine chez les Lyncéines, et offre une riche variation de formes en rapport avec les mouvements de l'animal ; ainsi nous connaissons parmi les Lyncéines des genres sauteurs (*Camptocercus*), des genres rampeurs (*Alona*), etc.

Il est clair que les bords des lacs offrent, selon les différentes configurations du terrain, une variation infinie de stations, depuis la plage sablonneuse, exposée aux effets des vagues et sans aucune végétation, jusqu'aux petits golfes à l'eau tranquille et riche en plantes aquatiques de toute sorte. On ne peut donc s'attendre à trouver ici une faune de Cladocères différente de celle des petites flaques d'eau, puisque les stations présentent des conditions pareilles ; en effet, les bords des lacs offrent pour la plupart les mêmes Cladocères que les petits étangs ; il n'y manque que ceux qui se trouvent seulement dans les fossés des tourbières, dans les mares d'eau sale et corrompue, etc. On rencontre donc difficilement des formes nouvelles et très-caractéristiques parmi les Cladocères du bord des lacs, parce que celles des petits étangs sont

déjà bien connues. Dans les lacs de la Suisse, ces parties n'offrent presque aucune espèce en dehors de celles décrites par M. Jurine comme appartenant aux petits bassins. La seule espèce, cependant, qui semble être bien caractéristique du fond et du bord des lacs de la Scandinavie, la *Latona setifera*, n'a pas été rencontrée par cet auteur; j'ai été assez heureux pour la trouver, quoique en petit nombre, dans le lac de Constance, près de Friederichshafen en Würtemberg. La liste des Cladocères du bord des lacs helvétiques devient alors presque identique à celle des lacs scandinaves.

Un rivage sablonneux ou rocheux, agité souvent et fortement par les vagues et dépourvu de végétation, doit être la seule partie du bord des lacs qui offre des conditions à part, ne se retrouvant pas dans les flaques et dans les mares. Les Cladocères que j'ai trouvés dans des localités de cette nature en Suisse sont :

A la surface de l'eau :

Sida crystallina (O.-F. Müller) [1].
Scapholeberis mucronata (O.-F. Müller), *var. cornuta*.

Attachés au fond :

Latona setifera (O.-F. Müller).
Pleuroxus truncatus (O.-F. Müller).
Alona lineata (Fischer).
Alona oblonga, P.-E. Müller.

III. REMARQUES GÉNÉRALES.

Les principales formes de Cladocères qui habitent les étangs de la Suisse sont déjà connues par l'excellent

[1] Cette forme n'a pas été trouvée par M. Jurine et semble être très rare dans les environs de Genève; dans les parties septentrionales du pays, au contraire, elle se trouve assez fréquemment.

ouvrage de M. Jurine, et en y ajoutant celles des grands lacs, mentionnées dans la petite esquisse que je viens de donner, on peut se former — j'ose le croire — un tableau assez précis de la faune des Cladocères de la Suisse.

Ce qui frappe d'abord, c'est la grande concordance entre cette faune et celle de la Scandinavie, et en parcourant les mémoires publiés sur ces Crustacés dans d'autres pays, on remarquera que toutes les parties de l'Europe, explorées jusqu'à présent à ce point de vue, des hautes montagnes de la Scandinavie jusqu'aux Alpes[1], de Moscou jusqu'à Londres, offrent ordinairement les mêmes formes, ou plutôt presque tous les mêmes types de Cladocères. Mais entre les limites de cette grande aire zoologique, assez uniformément peuplée, non-seulement sous le rapport des Cladocères, mais aussi d'une manière générale, il y a des parties qui offrent une richesse zoologique plus ou moins grande ; nous allons voir si l'on doit considérer la faune des Cladocères des lacs suisses comme riche ou pauvre, en la comparant à cet égard avec d'autres parties de la même aire.

Le nombre d'individus des différentes espèces qui habitent le milieu des lacs scandinaves est immense. Ces animaux forment des essaims si considérables, qu'ils s'accumulent très-souvent sous forme d'un amas gélatineux de forte dimension au fond du petit filet dont on s'est servi

[1] Je ne crois pas que les Cladocères des grands lacs de l'Italie du Nord soient connus. Les recherches que j'ai faites dans le lac Majeur pour y trouver des Cladocères du milieu ne m'ont fourni aucun exemplaire. Cependant en raison des circonstances défavorables dans lesquelles j'ai travaillé, il n'est pas permis de conclure qu'il n'y en ait pas : la saison était très-avancée (décembre), et des inondations importantes avaient considérablement altéré le caractère des eaux.

pour les pêcher. Il n'en est pas de même dans les lacs suisses que j'ai explorés : les Cladocères s'y trouvent relativement en très-petit nombre et quelquefois il faut avoir de la patience pour obtenir les grandes espèces, telles que le Bythotrephes et la Leptodora. De plus, les individus sont en général plus petits dans ces lacs qu'en Scandinavie ; le géant parmi ces animaux, la Leptodora, qui atteint souvent 14^{mm} dans les bassins du Nord, n'a ordinairement que la moitié de cette grandeur en Suisse. Sans doute il serait permis de mettre en relation avec cette différence dans le nombre d'individus, l'apparition et les désastreux effets d'un parasite chez les Cladocères du Nord et son défaut probable chez les Cladocères de la Suisse. Ce parasite semble indiquer une surpopulation, signe d'une localité plus riche, dans les lacs de la Scandinavie, ou au moins du Danemark.

Tous les genres qui habitent le milieu des lacs du Nord se retrouvent dans ceux de la Suisse, sauf un seul, *Holopedium*, Zaddach; d'autre part, aucun nouveau genre n'apparaît en Suisse qui n'ait été trouvé en Scandinavie[1].

[1] Quant aux Cladocères des mares et des petits étangs, il y a certainement dans le Nord plusieurs formes caractéristiques qui ne sont pas connues en Suisse et dont peut-être quelques-unes n'y seront jamais trouvées. Mais il faut bien se souvenir que dans les pays qui entourent la Baltique l'étude de ces animaux a été entreprise, pendant ces dernières années, par plusieurs naturalistes qui, par leurs efforts réunis, ont pu donner à leurs recherches l'étendue nécessaire pour trouver beaucoup d'espèces rares, tandis que nos connaissances relatives aux Cladocères de la Suisse ont pour seule base les recherches de M. Jurine, qui remontent aux années antérieures à 1820. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de la différence qui existe dans le nombre des Cladocères entre ces deux faunes, surtout si l'on remarque que les types caractéristiques qui semblent faire défaut en Suisse, sont en réalité pour la plupart des formes très-rares, telles que les *Drepanothrix*,

Cette partie de la faune suisse doit donc être considérée comme la même, par rapport aux genres, quoique un peu moins riche.

Considérons ensuite le nombre des espèces qui se groupent autour de ces types représentés par les genres. En Suisse nous avons trouvé 1 Daphnella, 2 Daphnia, 1 Bosmina, 1 Bythotrephes et 1 Leptodora ; autour de la Baltique nous connaissons 2 ou 3 Daphnella (y compris leur proche parent la Limosida), 5 ou 6 Daphnia, 3 ou 4 Bosmina, 1 Bythotrephes et 1 Leptodora. Cette liste montre encore la même chose : la faune des Cladocères des lacs suisses et moins riche que celle des lacs du Nord.

Mais en examinant les espèces elles-mêmes, nous pourrions poser des conclusions assez intéressantes sur le caractère des marques spécifiques dans ces genres. Parmi les types nommés, deux sont représentés seulement par une espèce dans chaque pays, et cette espèce est exacte-

Iliocryptus, *Monospilus*, etc. Il y aurait une manière bien plus sûre d'indiquer une différence entre ces deux faunes, si nous pouvions trouver en Suisse une forme caractéristique qui fût inconnue en Scandinavie. Il y en a une, en effet, le *Monoculus longicollis* de M. Jurine, animal qui semble avoir été oublié par les successeurs de cet auteur ; on ne le trouve pas même indiqué dans le traité de M. Leydig, qui donne une liste de tous les Cladocères connus à l'époque où il publia ses recherches sur les Daphnies.

Par la présence des deux paires d'antennes, le *Monoculus longicollis* semble se trouver dans une relation étroite avec la seconde série de genres de la famille des *Daphnidæ*, les *Lyncodaphnidæ* de M. O.-G. Sars. Mais c'est précisément cette série qui renferme les formes les plus aberrantes, rares et locales, dont on doit principalement la découverte aux recherches faites dans ces dernières années. L'apparition en Suisse d'une forme nouvelle de ce groupe, si peu connu, n'indique donc nullement, dans l'état actuel de nos connaissances, une différence importante entre les deux faunes dont il s'agit.

ment la même et n'offre aucune variété connue. Les autres genres représentés par plusieurs formes varient énormément, et les espèces trouvées dans les deux pays sont principalement différentes De plus, les espèces du Nord, quoique appartenant à des genres systématiquement très-éloignés les uns des autres, ont en général le même cachet, c'est-à-dire un grand développement des balanciers ; celles de la Suisse ont de leur côté également un caractère à elles, en manquant ordinairement des balanciers.

Maintenant, en s'expliquant cette différence, on pourrait peut-être réussir à compléter le tableau commencé de la faune des Cladocères des lacs suisses, et à mieux connaître les particularités de ce groupe d'animaux. Il faut pour cela se rendre compte du caractère et de l'importance des organes balanciers.

Nous remarquons d'abord que les genres où les organes balanciers sont si intimement liés avec l'organisation de l'animal en général qu'on ne saurait se figurer cet être dépourvu de ce caractère, que ces genres, dis-je, sont des formes nécessairement attachées à cette faune pélagique des lacs, et ne peuvent contenir d'animaux littoraux. Le nombre de ces formes est cependant très-restreint et elles se trouvent exclusivement dans un milieu pélagique. Ce sont, pour les eaux douces de l'Europe, les genres Holopedium et Leptodora, pour la mer le genre Evadne.

Mais chez la plupart des Cladocères de la catégorie dont il s'agit, les balanciers ne peuvent être considérés que comme des formations accessoires ; l'animal ne perdrait rien de sa forme typique s'il était privé de ces ornements, et aucun de ses organes ne souffrirait dans ces

fonctions. Il en est ainsi des genres Daphnia et Bosmina. Les balanciers ne consistent chez eux que dans des prolongements ou dilatations cutanées; ces formes peuvent donc facilement avoir des proches parents parmi les Cladocères sans balanciers, parmi ceux par exemple qui vivent près du bord, et auxquels dès lors leurs mouvements entre des corps solides interdisent ces appendices longs et raides. En réalité il n'y a pas d'autre différence entre les Daphnia et les Bosmina du milieu et celles du bord des lacs qu'un défaut constant chez ces dernières du signe pélagique, l'impossibilité pour ainsi dire de son développement.

Cependant l'utilité des balanciers ne peut être très-grande chez la plupart de nos animaux, quoique ces organes soient si répandus. Ils servent exclusivement à rendre les mouvements de ces gracieux nageurs plus réguliers, et nous voyons que les Daphnia pourvues de « crista » et de « spina » font des bonds plus horizontaux et plus longs que celles qui n'en possèdent pas; les Bosmina à longues antennes exécutent des rotations en grands cercles, tandis que les autres culbutent presque sur place, etc. Dès lors les grandes nappes d'eau, qui n'offrent pas, par des objets solides, d'obstacles aux libres mouvements de leurs habitants, peuvent permettre un développement quelquefois immense de ces prolongements; mais ces prolongements ne peuvent être considérés comme des organes indispensables pour la vie dans ce milieu; on doit les regarder plutôt comme des ornements utiles, formant une parure commode, et résultant pour ainsi dire de la richesse de la localité. Avec cette explication concordent les capricieuses variations de forme de ces organes, et ce fait que l'on remarque souvent dans un

même lac de certaines analogies dans le développement de ces parures chez les différentes espèces et même chez différents genres; de plus, dans certaines parties des lacs et pendant certaines saisons les « spina » et surtout les « crista » ont quelquefois un cachet particulier.

Il y a pourtant encore un animal qui mérite d'être mentionné ici, le *Bythotrephes longimanus*. L'organisation pélagique de cette forme se manifeste par la prolongation énorme du tubercule qui chez tous les Cladocères porte les deux soies caudales. On ne peut pas dire que cette marque pélagique appartienne au type de l'animal, car elle n'est qu'une modification d'un organe qui se trouve déjà considérablement développé chez la forme littorale correspondante, le *Polyphemus oculus*. Mais d'un autre côté on ne peut pas le regarder comme une parure, telle que la lame frontale des Daphnia; car il me semble qu'une formation qui sert à régler le mouvement peut être considérée comme un organe de luxe, ou tout au plus comme un faible organe de défense en ce qu'il facilite la fuite chez les Daphnia, animaux qui vivent de détritus végétaux dispersés partout dans l'eau, en même temps qu'on la regarde comme un organe nécessaire chez les Polyphémides, animaux rapaces qui par leur adresse, leur rapidité et leur force sont obligés de saisir ou de poursuivre leur proie. Le balancier, qui chez les Cladocères phytophages mérite plus ou moins le nom d'ornement, peut donc changer de forme et même disparaître selon la richesse de la localité — comme nous le voyons en réalité — tandis qu'on peut s'attendre à ce qu'il reste constant chez les Cladocères rapaces, comme un organe d'une grande utilité.

Nous pouvons donc, en cherchant à déterminer le caractère de la faune des Cladocères des grands lacs de la Suisse, nous résumer ainsi. Cette faune appartient à la même aire zoologique que la Scandinavie méridionale et centrale, aire qui, selon l'état actuel de nos connaissances, occupe toute la partie centrale et occidentale de l'Europe, à partir des hautes montagnes de la Scandinavie jusqu'aux Alpes, du centre de la Russie jusqu'à l'Atlantique. Il semble enfin, que les Cladocè es de la Suisse représentent, relativement à certaines autres parties de la même aire, une faune pauvre sous le rapport du nombre des types qu'elle contient, du nombre des espèces, de la richesse de forme de ces espèces, et du nombre des individus.

Mais il doit être permis d'ajouter encore d'autres remarques générales, concernant la variabilité de ce groupe d'animaux. Les cinq types qui, parmi les Cladocères, forment la population du milieu des grands lacs de l'aire en question sont les Daphnella, Daphnia, Bosmina, Bythotrephes et Leptodora. Là où les conditions de la vie semblent être les plus pauvres pour ces animaux, nous trouvons principalement les types simples ; là, au contraire, où ces conditions ont l'air d'être plus richement développées, deux de ces types existent encore sans être altérés en aucun point de leur organisation, tandis que les autres ont disparu pour la plus grande partie, se sont dissous et changés en un assez grand nombre d'espèces peu constantes. Ensuite, les deux types, qui n'ont subi aucune variation sont, d'un côté, ceux dont l'organisation (forme pélagique) correspond le mieux avec le caractère de leur habitat et de l'autre ceux dont chaque changement de forme entraînerait nécessairement une altération importante dans leur

manière de vivre (animaux rapaces) ; ce sont des formes qui varient difficilement, des espèces constantes. — Les types dissous ou multipliés et développés, quoique très-différents, se sont changés d'une manière analogue entre eux, se trouvant dans les mêmes conditions (développement des balanciers). Cette altération du type, qui semble s'effectuer assez facilement, tend à donner à l'animal la forme qui prédomine chez tous ceux qui vivent dans des conditions pareilles ; mais parce que la forme pélagique est de peu d'importance pour la vie de ces animalcules et consiste dans le développement d'organes tout à fait accessoires, son apparition dépend de la richesse de la localité, et on trouverait difficilement quelque chose de constant dans leur formation : le type se développe et se change facilement en de nouvelles formes, variétés ou espèces.

En étudiant ainsi les rapports entre les formes par lesquelles les types de Cladocères sont représentés dans diverses parties de l'aire que nous venons d'examiner, il me semble qu'on y trouve une affirmation des idées, déjà exposées dans mes « Cladocères du Danemark » à l'égard des caractères systématiques de ces animaux. Plusieurs grands genres de Cladocères phytophages (Fam. Daphnidæ) pour lesquels on a eu tant de peine à trouver des caractères constants en étudiant une partie, même très-restreinte, de leur aire, présentent des difficultés encore bien plus grandes à mesure que le regard embrasse un nombre de plus en plus considérable de localités différentes. J'ai cherché à montrer que ces types de Cladocères, qui ont des représentants presque en chaque endroit, sont surtout ceux que nous voyons susceptibles

de la variation la plus étendue et que les organes qui varient sont ceux qui se trouvent influencés le plus facilement par les particularités du milieu : les balanciers, tels que l'épine de la carapace et la crête frontale des Daphnia, les antennules et la bosse des Bosmina, etc. Bien que cette observation, prise dans un sens général, ait été souvent exprimée, je crois pourtant qu'il me sera permis de la mentionner à propos des Cladocères, car c'est précisément de ces caractères que l'on s'est servi ordinairement pour établir de nombreuses espèces et même des genres. Dans ce groupe d'animaux, les Daphnia et les Bosmina si répandus dans des localités quelquefois très-différentes présentent des agrégations d'espèces vraiment flottantes, aux différences d'organisation extérieure desquelles il serait erroné d'attribuer la même importance systématique que chez les autres Cladocères.

RECHERCHES THERMOCHIMIQUES[1]

PAR

M. JULIUS THOMSEN

(QUATRIÈME PARTIE[2])

Dans ce quatrième mémoire, l'auteur traite des combinaisons du bore, du silicium, de l'étain, du titane et du platine. Il s'appuie sur un nombre très-considérable d'expériences, et termine l'exposition des résultats qu'il a obtenus par le résumé suivant, que nous traduisons en entier :

1° L'acide silicique n'offre pas un point de saturation déterminé; la chaleur dégagée lors de sa neutralisation par la soude augmente continuellement avec la proportion d'acide. Elle n'est que de 2615^c pour un équivalent d'acide (SiO^2) agissant sur un équivalent de soude, s'élève à 7956^c pour six équivalents d'acide, et paraît devoir atteindre pour une plus forte proportion d'acide 13410^c. La chaleur dégagée peut être exprimée approximativement par la formule

$$y = \frac{x}{x+4,27}\,13410^c$$

x désignant le nombre d'équivalents d'acide agissant sur un équivalent de soude.

2° Lors de l'action de la soude sur une dissolution

[1] *Poggendorff's Annalen*, tome CXXXIX, p. 193.

[2] Voyez pour les trois premières parties, *Archives*, décembre 1869, t. XXXVI, p. 301; janvier 1870, t. XXXVII, p. 73, et mars, p. 201.

d'acide silicique, il paraît se former dans certaines circonstances des modifications isomériques de cet acide.

3° La chaleur latente de l'acide silicique hydraté paraît être très-faible.

4° L'acide titanique et l'acide stannique se comportent comme l'acide silicique.

5° L'acide borique établit une transition entre les acides étudiés dans les mémoires précédents et l'acide silicique. En effet, la chaleur de neutralisation de la soude par l'acide borique croît proportionnellement à la quantité d'acide jusqu'à ce que celle-ci atteigne un équivalent. Mais à partir de ce moment elle change de marche. Tandis que pour la plupart des acides il se produit une absorption de chaleur lorsque la proportion d'acide dépasse un équivalent, pour l'acide borique la chaleur dégagée continue à augmenter avec la proportion de cet acide. De 10005^c pour un équivalent d'acide borique, elle s'élève à 13573^c pour six équivalents.

6° L'avidité des acides précédents est si faible qu'elle peut à peine être appréciée : ce sont donc tous des acides très-faibles.

7° Les chlorures de silicium, de titane et d'étain se décomposent en présence de l'eau avec un dégagement de chaleur considérable ; j'ai trouvé :

$$(Si\,Cl^2,Aq) = 34630^c$$
$$(Ti\,Cl^2,Aq) = 28933^c$$
$$(SnCl^2,Aq) = 14960^c$$

Il n'y a qu'une très-faible affinité entre l'acide chlorhydrique et les acides résultant de ces décompositions ; ces dissolutions se comportent, lorsqu'on les neutralise par la soude, presque comme l'acide chlorhydrique libre.

8° La précipitation de l'acide stannique de sa dissolution chlorhydrique par le sulfate de soude résulte de la décomposition de ce sel par l'acide chlorhydrique de la dissolution ; la précipitation est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable.

9° Le bichlorure d'étain et le chlorure de potassium se combinent par voie sèche avec un dégagement de chaleur considérable (12082^c). Le sel double ainsi formé se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur (—1688^c), et la dissolution se comporte comme un mélange de chlorure de potassium, d'acide stannique et d'acide chlorhydrique.

10° Le bichlorure de platine $PtCl^2,HCl$ se dissout dans l'eau sans se décomposer. L'addition d'un équivalent de soude neutralise l'acide chlorhydrique en dégageant autant de chaleur que si cet acide était libre ; mais le bichlorure de platine lui-même n'est nullement décomposé par la soude dans une dissolution aqueuse étendue. Le dégagement de chaleur cesse, et la réaction alcaline se manifeste dès que l'on a ajouté un équivalent de soude.

11° La réaction de l'acide fluorhydrique sur les acides du bore, du silicium, du titane et de l'étain est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. J'ai trouvé :

$$BO^3,Aq \text{ et } 4\,HFl,Aq = 14700^c$$
$$SiO^2,Aq \text{ et } 3\,HFl,Aq = 16364^c$$
$$TiO^2,Aq \text{ et } 3\,HFl,Aq = 15450^c$$
$$SnO^2,Aq \text{ et } 3\,HFl,Aq = 10490^c$$

Cette réaction a lieu même en présence d'acide chlorhydrique libre. Mais l'acide fluorhydrique est sans action sur le bichlorure de platine.

12° L'acide fluosilicique (comme type des acides formés dans la réaction précédente) offre un point déterminé de neutralisation, correspondant à un équivalent $SiFl^2,HFl$; la chaleur de neutralisation par la soude est de 13312c, très-voisine de celle de l'acide chlorhydrique (13740), tandis que celle de l'acide fluorhydrique est de 16172c. Un excès d'acide diminue un peu la chaleur dégagée comme pour l'acide chlorhydrique. Lorsque la proportion de soude dépasse un équivalent pour un d'acide, celui-ci est décomposé et cette décomposition croissant avec la proportion de soude est accompagnée d'un dégagement de chaleur qui en donne la mesure.

Nous trouvons encore dans le dernier numéro du Bulletin de la Société chimique allemande de Berlin [1] un intéressant résumé, donné par M. J. Thomsen, de ses recherches sur les chaleurs de neutralisation des acides par la soude. Il comprend, outre les acides déjà mentionnés dans les mémoires précédents, l'acide sulfhydrique, plusieurs acides du phosphore et de l'arsenic, l'acide carbonique et plusieurs acides organiques. On y voit, dans deux tableaux, les chaleurs dégagées par l'action d'une molécule d'acide sur des quantités variables de soude, et celles qui résultent de l'action d'un équivalent de soude sur un nombre variable de molécules d'acides. Ces derniers sont répartis en groupes suivant leur degré de basicité, en sorte que l'examen de ces tableaux montre de la manière la plus évidente l'influence de ce caractère.

[1] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin.* Dritter Jahrgang, p. 187.

L'auteur fait suivre ces tableaux de quelques considérations générales qui résultent de leur examen.

Lorsqu'on fait agir l'hydrate de soude sur une molécule d'un acide, la chaleur dégagée croit à peu près proportionnellement à la quantité de soude jusqu'à ce que celle-ci atteigne 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de molécule d'hydrate de soude, suivant que l'acide est mono-, bi-, tri- ou quadribasique. Au delà de cette proportion de soude le dégagement de chaleur ne subit plus de changement notable.

L'acide silicique, et en partie l'acide borique, l'acide phosphorique ordinaire et l'acide arsenique présentent seuls des exceptions à cette loi.

Nous avons vu plus haut comment se comportent l'acide silicique et l'acide borique. Pour l'acide phosphorique et l'acide arsenique l'anomalie tient à ce que les trois atomes d'hydrogène de leurs hydrates n'ont pas la même valeur. La substitution du sodium aux deux premiers seulement donne le même dégagement de chaleur; le remplacement du troisième en dégage beaucoup moins. Pour l'acide citrique les trois atomes d'hydrogène ont la même valeur.

Une conséquence curieuse de ces observations est que l'acide sulfhydrique doit être classé parmi les acides monobasiques.

Les nombres relatifs à l'acide carbonique (à l'état de dissolution) correspondent presque exactement à ceux de l'acide borique.

Lorsque la proportion d'acide dépasse celle qui est nécessaire pour la formation du sel normal, on observe, suivant la nature des acides, un effet calorifique qui peut être nul, positif ou négatif.

Pour les hydracides, à l'exception de l'acide fluorhy-

drique, l'effet calorifique dû à un excès d'acide est presque nul. Un excès d'acide sulfurique, sélénique, oxalique, tartrique, citrique ou fluorhydrique donne lieu à une absorption de chaleur notable, tandis qu'un excès d'acide sulfureux, sélénieux, phosphoreux, carbonique, borique, silicique, arsenique ou des autres acides du phosphore, donne lieu à un dégagement de chaleur assez considérable. Il l'est surtout pour l'acide silicique : pour trois molécules de cet acide, la chaleur est presque le triple de la chaleur de neutralisation.

L'acide phosphorique ordinaire et l'acide arsenique donnent aussi lieu à un dégagement de chaleur assez notable lorsqu'ils sont en excès. Mais ce dégagement atteint un maximum lorsqu'une molécule d'acide réagit sur une molécule d'hydrate de soude ; une seconde molécule d'acide produit une absorption de chaleur.

Une troisième note du même auteur[1] est relative aux conséquences qui lui paraissent résulter des observations précédentes relativement à la basicité et à la constitution de l'acide sulfhydrique.

Les expériences montrent que lorsqu'une dissolution de soude absorbe le gaz sulfhydrique, la chaleur dégagée croît proportionnellement à la quantité d'acide jusqu'à ce que celle-ci atteigne une molécule ; on a alors :

$$\mathrm{NaOH,Aq\ et\ SH^2} = 12490^c,$$

mais pour comparer ce chiffre à celui qui est relatif aux autres acides, il faut en retrancher la chaleur résultant de la condensation de l'acide sulfhydrique dans l'eau, soit

[1] *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 192.

4760c. Il reste donc 7730c pour la chaleur de combinaison d'une molécule d'acide sulfhydrique en dissolution aqueuse avec une molécule de soude, donnant naissance au sulfhydrate de sulfure NaSH.

Pour une proportion plus grande d'acide sulfhydrique, la chaleur dégagée est la même que lorsque ce gaz se dissout dans l'eau.

D'un autre côté l'addition de la soude à la dissolution du sulfhydrate de sulfure de sodium ne donne lieu qu'à un dégagement de chaleur à peine appréciable : ces deux corps ne réagissent donc pas l'un sur l'autre.

Ainsi l'acide sulfhydrique se comporte exactement comme les acides monobasiques ; la saturation a lieu par la réaction d'une molécule de cet acide sur une molécule d'hydrate de soude.

Des expériences analogues faites avec l'ammoniaque et la baryte ont donné les mêmes résultats, la saturation a lieu pour une molécule d'ammoniaque ou une demi-molécule de baryte.

On peut donc conclure de là que l'acide sulfhydrique est monobasique, que sa molécule ne contient qu'un seul atome d'hydrogène susceptible d'être remplacé par un métal dans une dissolution aqueuse, et que la formule de cet acide doit être écrite H.SH.

On doit enfin, en raison de l'analogie incontestable de l'eau et de l'acide sulfhydrique, lui attribuer une constitution analogue et assimiler l'eau aux acides monobasiques en lui donnant la formule H.OH, ce qui s'accorde avec les théories modernes de la chimie organique.

Nous nous permettrons d'ajouter quelques observations sur ces deux derniers mémoires de M. Thomsen.

Ce savant nous semble un peu exagérer l'importance

des résultats que l'on peut attendre de ce genre de recherches, au sujet de la constitution des divers acides. Au fond ses observations se résument en ceci, que la chaleur de combinaison des acides avec la soude croît proportionnellement à la quantité d'acide jusqu'à ce que l'on atteigne celle qui correspond à la neutralisation. Au delà il n'y a plus qu'un effet très-faible et dont le sens varie suivant la nature des acides. Mais en fait, tous les acides, quelle que soit leur basicité, se comportent en général de la même manière, en sorte que ces déterminations ne nous apprennent, sur la constitution des acides, que ce que nous pouvions savoir par la composition de leurs sels.

Pour ce qui concerne en particulier l'acide sulfhydrique, ses expériences prouvent seulement que les monosulfures des métaux alcalins et alcalino-terreux ne peuvent pas exister en dissolution étendue dans l'eau, celle-ci les décomposant en oxydes et sulfhydrates de sulfures. C'est ce que H. Rose avait déjà démontré pour les sulfures alcalino-terreux, et ce que M. Béchamp a établi plus récemment pour les sulfures alcalins [1]. Il ne nous semble pas qu'il en résulte nécessairement que l'on doive considérer l'acide sulfhydrique comme monobasique. Il est regrettable que M. Thomsen n'ait pas cherché à répéter des expériences analogues avec des dissolutions plus concentrées que celles qu'il emploie habituellement; peut-être eût-il constaté que les monosulfures alcalins peuvent exister en dissolution concentrée, ce qui écarterait complétement l'idée de la monobasicité de l'acide sulfhydrique.

C. M.

[1] *Annales de Chimie et de Phys.*, 4me série, tome XVI, p. 402.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

E. Frankland et J.-N. Lockyer. Recherches sur les spectres gazeux par rapport a la constitution physique du soleil, des étoiles et des nébuleuses. (*Proceedings of the Royal Society*, tome XVIII, n° 115.)

L'un de nous a démontré ailleurs que les vapeurs de magnésium, de fer, etc., sont injectées de temps à autre dans la chromosphère solaire, et deviennent alors visibles au moyen des brillantes lignes spectrales qu'elles fournissent [1]. Il a été aussi démontré que ces vapeurs n'atteignent, pour la plupart, qu'une température très-basse dans la chromosphère, et qu'en de rares occasions on observe de la vapeur de magnésium sous la forme d'un nuage séparé de la photosphère. Il a été constaté par les mêmes observateurs, en mars 1869, que les lignes spectrales n'atteignent pas toutes la même élévation. C'est ainsi que parmi les lignes *b*, par exemple, b^1 et b^2 sont à peu près d'égale longueur, tandis que b^4 est beaucoup plus courte. Dès lors, on a découvert que sur les 450 lignes du fer observées par Angström, il n'y en a qu'un très-petit nombre qui deviennent visibles dans le spectre de la chromosphère lorsqu'il s'y injecte de la vapeur de fer.

Les résultats des expériences de MM. Franckland et Lockyer sur l'hydrogène et l'azote leur ont permis de lier ces phénomènes entre eux, en admettant toujours, conformément à leur hypothèse, que de beaucoup la plus grande partie de l'absorption à laquelle sont dues les lignes de Fraunhofer, se passe dans la photosphère même. On n'a, en effet, qu'à admettre que, de même que dans le cas de l'hy-

[1] Voyez *Proceedings of the Royal Society*, vol. XVII, p. 351.

drogène et de l'azote, le spectre devient d'autant plus simple que la température et la densité sont moindres, pour expliquer la diminution dans le nombre de lignes visibles dans les régions où, suivant ta théorie, la pression et la température des vapeurs absorbantes du soleil sont à leur minimum. Pour vérifier cette hypothèse, les auteurs ont soumis à l'épreuve l'étincelle passant dans l'air entre deux pôles de magnésium, séparés de telle sorte que le spectre magnésien ne s'étendait pas d'un pôle à l'autre, mais n'était visible autour des deux pôles qu'à une petite distance de chacun d'eux, indiquée par l'atmosphère de vapeur du magnésium. Dans ces circonstances, et en observant avec soin les lignes *b* au moment où elles disparaissaient, on a pu constater *que ces lignes se comportaient exactement de la même manière que sur le soleil.* Des trois lignes *b*, la plus réfrangible était la plus courte, mais il s'en est trouvé de plus courtes encore qui n'avaient pas encore été remarquées dans le spectre de la chromosphère.

Cette expérience préliminaire paraît de nature à justifier l'hypothèse de MM. Frankland et Lockyer, et partant, la théorie sur laquelle elle est fondée ; savoir, que la plus grande partie de l'absorption a lieu dans la photosphère, et que celle-ci, avec la chromosphère, constitue la véritable atmosphère solaire. Les auteurs font remarquer, que si, à la place de l'air, l'expérience ci-dessus avait été faite dans l'hydrogène, les phénomènes indiqués par le télescope auraient été reproduits d'une façon presque identique. En effet, chaque augmentation dans la température de l'étincelle a eu pour effet d'éloigner des pôles la vapeur de magnésium, et là où les lignes disparaissaient, on a remarqué une bande qui les surmontait, bande qui a peut-être quelque rapport avec celle qu'on observe de temps à autre dans le spectre de la chromosphère, lorsque les lignes magnésiennes ne sont pas visibles.

ZOOLOGIE. ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Félix Plateau. Recherches sur les crustacés d'eau douce de Belgique. (2me et 3me parties [1]. Extrait par l'auteur.)

En présence des travaux importants publiés dans ces dernières années sur les animaux qui ont fait l'objet de mes recherches, il ne me restait, pour faire du neuf dans l'histoire des crustacés d'eau douce qu'à glaner les détails négligés par les carcinologistes.

Genre Daphnia. Il m'a paru utile d'étudier complétement le squelette cutané des Daphnies : j'ai cherché à y appliquer les méthodes d'analyse de MM. Milne Edwards, Spence Bate, etc., et à le comparer, autant que possible, à l'enveloppe cutanée des décapodes.

Le corps comprend trois parties, la tête, le thorax, l'abdomen. L'ensemble des valves et du test qui recouvre la tête apparente, répond à la carapace ou à l'arceau scapulaire des crustacés supérieurs; la région cardiale y est représentée par la pièce triangulaire qui recouvre le cœur : la région branchiale, par les valves.

La tête a subi une courbure notable qui éloigne certaines parties et en rapproche d'autres. L'arceau céphalique nous présente la région médiane (stomacale de Desmarest) recouvrant la portion antérieure du tube digestif.

On constate l'existence de régions latérales.

Les régions faciales sont : la région frontale au milieu, très-réduite et recouvrant l'organe visuel (elle n'est développée en rostre que chez la *D. mucronata*), les régions orbitaires de chaque côté.

On peut compter comme somites céphaliques : Le premier somite caractérisé par les yeux, le second par les antennules (rames), le troisième par les antennes (petites antennes

[1] Voir pour le résumé de la première partie, *Archives*, juin 1869, tome XXXV, p. 154.

Straus). Son bord postérieur porte le *labre*. Le quatrième somite est désigné pour les protognathes (mandibules) ; il porte la lèvre inférieure ; ses épimères hypertrophiées constituent les valves, comme MM. Milne Edwards et Sars l'ont montré.

Le thorax renfermé comme une grande partie de l'abdomen, entre les valves, comprend six somites, c'est-à-dire : un cinquième somite portant les deutognathes (mâchoires), un sixième portant les tritognathes (première paire de pattes des auteurs) et terminant le *Pereon* antérieur.

Le *Pereon* postérieur est formé de quatre somites portant chacun une paire de péréiopodes.

L'abdomen compte six somites, savoir : les onzième, douzième et treizième. Le quatorzième muni des mamelons qui ferment la matrice, le quinzième portant les soies caudales, le seizième ou dernier qui n'est autre chose qu'un véritable telson.

On ne possédait guère, jusqu'à présent, de données exactes sur la mue des Cladocères [1]. J'ai pu observer directement ce phénomène chez la *D. mucronata* femelle. Une longue fente transversale se produit suivant le sillon branchio-cardiaque qui sépare les valves de la tête, et le bouclier scapulaire se fend le long de la ligne médiane (arête dorsale des valves); la tête s'abaisse en avant et une nouvelle extrémité céphalique se fait jour du côté du dos par la fente transversale. La Daphnie se secoue rapidement, les antennules sortent des anciennes comme de véritables étuis ; puis l'animal faisant quelques derniers efforts, se dégage finalement de la vieille peau par l'ouverture longitudinale de l'arête des valves. Le phénomène est excessivement rapide, toute la mue ne dure que deux secondes.

[1] Les phénomènes de mue chez les Cladocères ont été au contraire fort bien étudiés par divers auteurs et récemment encore par M. Müller de Copenhague. L'importance de ces phénomènes pour la compréhension des enveloppes des œufs hibernants, soit éphippiaux, a nécessité depuis longtemps leur étude approfondie. (*Réd.*)

L'appareil circulatoire offre quelques particularités curieuses, ainsi, le sinus veineux qui entoure le cœur est loin, comme on l'a cru, d'être toujours circulaire [1]. Chez la *D. Pulex*, vue par la face dorsale, il est polygonal à sept côtés; à chaque systole, ces sept faces deviennent fortement concaves, à chaque diastole elles repassent à l'état rectiligne.

Copépodes. Voici ce que j'ai observé quant au dermatosquelette : M. Leydig avait avancé que la cuticule (épiderme) ne renferme aucun dépôt calcaire, je crois l'avoir démontré chimiquement.

Les canaux qui traversent la cuticule des arthropodes ne sont guère visibles ici qu'au bord postérieur de certains anneaux thoraciques.

La matière qui colore la peau réside dans la membrane molle non chitinisée (corium). Elle est de nature graisseuse; l'animal vit peut-être à ses dépens dans les moments d'abstinence forcée, car, suivant les expériences que j'ai répétées après M. Zenker, elle disparaît lorsqu'on le fait jeûner.

La substance colorante bleue ou verte ne change pas par l'action des bases; elle devient rougeâtre par l'action des acides ; dans ce dernier cas, les bases ne la ramènent pas à sa couleur primitive.

Les copépodes doivent souvent d'autres couleurs au séjour dans des eaux naturellement colorées. A l'exemple de ce que B. Prévost aurait fait pour d'autres animaux, j'ai mis des cyclopides dans de l'eau rougie à l'aide de carmin; au bout de six jours ils étaient roses. La matière colorante se rencontrait alors dans le tube digestif, l'enveloppe des poches ovifères des femelles et l'intérieur du corps des infusoires parasites. Toutes ces observations prouvent que, dans ce groupe

[1] L'auteur pense que M. Leydig n'a remarqué la forme de ce sinus que chez une seule espèce, la *Daphnia macrocopus*, où il le représente comme circulaire. Mais ce n'est point exact. M. Leydig le décrit encore chez d'autres espèces, comme chez la *D. Sima*, où il le représente déjà comme polygonal. (*Réd.*)

de crustacés, la couleur ne peut jamais, malgré l'opinion contraire de Müller, être considérée comme caractère spécifique.

Le dermato-squelette des genres *Cyclopsine*, *Canthocamptus* et *Cyclops*, soumis à la même analyse que celui des *Daphnies*, montre six somites céphaliques dont les pièces tergales se soudent pour former un bouclier, quatre somites thoraciques, six somites abdominaux, telson compris. Les organes appendiculaires sont : une paire d'antennules, une paire d'antennes, une paire de protognathes, trois paires de pattes mâchoires, quatre paires de pattes thoraciques ou péréiopodes, comprenant chacune un endopode et un exopode; enfin une paire d'uropodes.

Le système musculaire méritait un examen attentif. Histologiquement, les muscles sont semblables à ceux décrits par M. Leydig chez les Branchipes, c'est-à-dire qu'ils sont constitués par une enveloppe transparente et un sarcode contractile composé d'éléments cunéiformes enchâssés les uns entre les autres. Je ne reproduirai pas ici la description de la musculature du corps ; je signalerai une seule particularité : Dans les antennes, les péréiopodes et les uropodes, si l'on voit, pour chaque article mobile, un muscle fléchisseur, on trouve toujours, comme antagoniste, un gros cylindre transparent élastique, sans aucune strie et offrant, çà et là, quelques noyaux brillants. C'est peut-être le prolongement très-long du sarcolemme d'un muscle fort court.

Quoiqu'on en ait dit, la *Cyclopsine castor* nage toujours le ventre en bas; le *Canthocamptus staphylinus* nage avec la queue dans le prolongement du corps; il ne la redresse qu'en mourant. La natation s'effectue à l'aide des antennules seules, et les péréiopodes permettent simplement à l'animal de stationner au sein du liquide. Les copépodes ont un poids spécifique supérieur à celui de l'eau pure; récemment tués, ils tombent au fond du liquide avec une vitesse de cinq millimètres par seconde.

Un ganglion optique, pour chaque œil, est le seul détail nouveau que j'aie relevé dans le système nerveux [1].

J'ai réobservé le sommeil curieux des cyclopides décrit par M. Zenker. Soumis aux décharges électriques d'une bouteille de Leyde d'un litre de capacité, ces petits animaux tombent au fond de l'eau comme foudroyés ; mais, chose curieuse, une heure leur suffit pour sortir de cet engourdissement apparent et pour nager de nouveau avec vivacité.

Dans l'appareil digestif, j'ai remarqué, à la face interne de la première partie de l'intestin, une couche de cellules épithéliales énormes, transparentes et portant peut-être des cils vibratiles. J'ai été conduit à cette dernière supposition par les mouvements caractéristiques de rotation qu'effectuaient des particules de substance alimentaire dans l'intestin d'une *Cyclopsine castor*. Si mon observation était confirmée, elle prouverait qu'il peut exister un épithélium vibratile dans le tube digestif des articulés [2].

Une série d'expériences concernant l'influence de l'eau de mer sur les crustacés d'eau douce m'a permis de conclure que l'influence mortelle de l'eau de mer doit être attribuée aux chlorures de sodium et de magnésium en solution.

On avait admis, jusque dans ces derniers temps, que le *Cyclops quadricornis* n'avait pas de cœur. Ce cœur existe cependant ; il est piriforme, étranglé au milieu et présente en avant son extrémité la plus large. En fait d'ouvertures, je n'ai pu distinguer qu'une fente veineuse à la partie antérieure et supérieure. Tandis que le cœur de la *Cyclopsine castor* est situé sous le premier anneau thoracique, celui du *Cyclops quadricornis* se trouve au contraire vers l'extré-

[1] M. Claus conteste entièrement la structure ganglionnaire à ce nerf, bien que M. Leydig en ait déjà fait une dépendance du système nerveux central. (*Réd.*)

[2] Il est bien entendu que je veux soulever en rien la question controversée de savoir si les *rotateurs* sont oui ou non des articulés.

mité du sixième somite céphalique. Il ne bat que fort lentement [1].

J'ai laissé entièrement de côté les organes reproducteurs internes pour ne m'occuper que des ouvertures génitales moins connues : chez le *C. quadricornis*, l'orifice génital femelle est percé, sur la ligne médiane ventrale, dans le sillon qui sépare le dernier somite thoracique du premier abdominal. Le dernier somite thoracique forme la lèvre supérieure, mue par deux muscles spéciaux. La lèvre inférieure appartient à l'anneau suivant. L'étude du mode de formation des poches ovifères m'a permis de conclure que l'organe sécrétoire allongé logé dans les premiers et deuxième anneaux abdominaux et aboutissant à la vulve, n'est pas destiné à la sécrétion des sacs, mais est un réceptacle du sperme [2].

Le véritable organe sécréteur des poches ovifères se compose de deux cœcum glandulaires courbes, situés sous la peau du premier somite abdominal. Très-peu visibles d'abord, ces glandes acquièrent, petit à petit, des contours plus nets.

[1] Si cette découverte est bien positive, elle a lieu de fortement surprendre. En effet, on ne connaissait jusqu'ici l'existence d'un cœur chez aucun membre de la nombreuse famille des Cyclopides, pas plus que de celle des Harpactides ou des Corycéides. Au contraire, cet organe est présent, non-seulement chez les Cyclopsines, mais encore chez tous les autres membres de la famille des Calanides et de celle des Pontellides. Mais il ne faut pas oublier que chez les Cyclopides le mouvement du sang est entretenu par les contractions lentes et rhythmiques de l'estomac, qui ont déjà trompé plusieurs auteurs et les ont amenés à croire à l'existence d'un cœur. La lenteur des pulsations du cœur découvert par M. Plateau pourrait faire craindre le renouvellement de cette méprise. (*Réd.*)

[2] Nous avons de la peine à admettre l'exactitude de cette description de M. Plateau. Il est certain qu'il existe dans la règle chez les Cyclopides, comme chez les Cladocères, deux vulves et non point une seule comme le voudrait M. Plateau, qui prend pour la vulve l'ouverture du réceptacle glanduleux de la semence. Cette duplicité de la vulve correspond d'ailleurs à la duplicité de l'ouverture génitale chez les mâles, contestée, il est vrai, mais à tort, par M. Plateau. (*Réd.*)

Quand la femelle est fécondée, le réceptacle du sperme, énormément gonflé, remonte entièrement dans le premier anneau de l'abdomen qu'il remplit; il refoule, en même temps vers le haut les glandes dont nous avons parlé : celles-ci ont au moins centuplé de volume et s'étendent latéralement jusqu'aux épimères. On constate, de chaque côté, une ouverture connue depuis longtemps entre l'épimère et la pièce épisternale correspondante; chacune de ces ouvertures porte une poche ovifère. Les glandes peuvent sécréter les deux poches en moins de 10 heures.

Dans les genres *Cyclopsine* et *Canthocamptus*, l'ouverture femelle est placée sur la limite entre les deux premiers anneaux abdominaux. Le réservoir des cyclops et les deux glandes existent, mais ici les orifices de ces dernières aboutissent à la vulve qui, elle, porte directement le sac ovifère unique.

Les poches ovifères sont sécrétées par couches situées l'une dans l'autre; le fond n'a qu'une couche.

Chez le *Cyclops quadricornis* mâle, il n'existe pas, comme on l'a cru, deux ouvertures génitales aux angles du dernier somite thoracique, bien qu'il y ait là deux organes produisant les spermatophores; mais on trouve un orifice unique en forme de fente au bord postérieur du premier somite abdominal.

P.-E. Müller. — Les Cladocères du Danemark (*Danmarks Cladocera*. Kjöbenhavn. 1867. 1 vol. 8° avec planches. Extrait du *Naturhistorisk Tidsskrift*). — Le même. Contribution a l'histoire de la reproduction des Cladocères. (*Bidrag til Cladocerernes Forplantningshistorie*. Kjöbenhavn, 1868. 1 vol. 8° et pl. Extrait du même recueil.)

Les recherches de M. Müller[1] sur les Cladocères font une

[1] Bien qu'une partie de ces recherches ne soient pas très-récentes,

brillante suite aux belles recherches de MM. Lilljeborg, Leydig et G. Ossian Sars. Ne pouvant les analyser dans toute leur étendue, nous nous contenterons de relever les points les plus nouveaux de ce qui concerne l'anatomie et le développement.

On sait que la cuticule des Cladocères présente une apparence réticulée, mais cette règle présente des exceptions, moins nombreuses pourtant qu'on ne l'a cru jusqu'ici. La réticulation peut se présenter comme une sculpture superficielle : elle est alors formée par des crêtes saillantes, enserrant des aires plus ou moins régulièrement hexagonales. Ce relief correspond à la forme des cellules sous-jacentes de l'hypoderme. Chaque crête paraît donc répondre à la limite de deux cellules juxtaposées. Mais en outre de cette sculpture bien connue, M. Müller distingue une autre réticulation chez des espèces dont la cuticule ne présente aucune ligne saillante. Ainsi chez certaines formes des genres Holopedium, Eurycercus, Leptodora, etc., une simple macération de la cuticule dans l'eau suffit pour amener la désagrégation en plaques hexagonales à contours très-nets. Ce fait est en contradiction avec l'opinion très-généralement répandue de l'homogénéité complète des formations cuticulaires.

M. Leydig indique comme siége du pigment de la peau le tissu connectif interstitiel placé sous la couche cellulaire de l'hypoderme, et M. Hæckel est arrivé à des résultats semblables chez les Crustacés supérieurs. Mais, chez les Cladocères, le pigment peut se développer dans la couche de cellules même. C'est du moins ce qui arrive pour le genre Latona, où il n'y a pas de méprise possible, chaque cellule présentant une nuance particulière, distincte de celle des cellules voisines.

M. Leydig a décrit l'œil des Cladocères comme enfermé

nous pensons bien faire d'en publier une brève analyse. En effet, ces travaux remarquables sont complétement passés sous silence par plusieurs des savants qui s'occupent aujourd'hui activement de l'anatomie et surtout de l'embryogénie des crustacés.

dans une enveloppe transparente. Il a été contredit sur ce point par M. Claus, mais à tort selon M. Müller, qui voit les muscles des yeux s'attacher à cette capsule. Quant à l'organe interprété généralement comme un œil secondaire, M. Müller lui conserve le nom de tache cérébrale, afin de ne rien préjuger sur sa fonction. M. Leydig en fait, il est vrai, un organe visuel, parce qu'il a trouvé des corps lenticulaires enveloppés dans son pigment. Toutefois M. Müller objecte d'abord que cet organe n'a aucune connexion avec le ganglion ophthalmique; puis que le prétendu cristallin peut exister, mais le pigment manquer, comme chez certaines Daphnies. L'observateur danois a fait du reste une remarque curieuse sur la liaison qui semble exister entre le développement de cet organe et le genre de vie de l'animal. La tache cérébrale est en effet développée surtout chez les formes qui habitent les eaux très-profondes ou près du fond. Elle est aussi grande, et même plus grande que l'œil chez les Lyncéides; une espèce de cette famille (*Monospilus dispar*) est même entièrement dépourvue d'œil, mais munie d'une tache cérébrale très-grande. Elle vit au fond de l'eau, se frayant sa route dans la vase. L'*Alona sanguinea* a une tache cérébrale plus grande que l'œil proprement dit, et elle vit tout près du sol, à 8 brasses de profondeur; d'autres espèces du même genre présentent une disposition semblable et vivent dans la vase des lacs et des étangs. Parmi les Daphnides aucune espèce ne présente de tache cérébrale aussi grande que l'*Iliocryptus sordidus*; mais c'est aussi de toute la famille la forme la plus absolument liée aux régions profondes. Parmi les Sidinides, il n'y a point d'espèces aussi directement liées à la profondeur que la *Latona setifera*, et elle présente aussi la plus grande tache cérébrale. D'autre part cet organe fait défaut aux espèces du genre Bosmina qui, par leur organisation, sont incapables de se mouvoir au milieu d'objets solides. Il en est de même de la plupart des formes de pleine eau qui vivent dans les grands réservoirs près de la surface :

tantôt l'organe manque (Polyphémides, Daphnelles), tantôt il est extrêmement peu développé. On trouve, il est vrai, quelques rares exceptions à cette règle, comme l'existence d'une tache cérébrale bien développée chez l'*Holopedium gibberum*, qui est pourtant une forme de pleine eau. Mais M. Müller pense pouvoir conclure précisément du développement de cet organe; que cette espèce doit vivre à certains moments près du fond.

Relativement aux organes générateurs des Cladocères, il y a certaines divergences entre les auteurs. Chez les femelles M. Lilljeborg a décrit les vagins, et M. Schœdler les vagins et les vulves. Toutefois M. Leydig n'admet pas le bien-fondé de ces descriptions, et M. Müller lui donne en partie raison sur ce point. Mais d'autre part, ce savant pense que M. Leydig va trop loin lorsqu'il dénie aux femelles les organes copulateurs. C'est un fait constant que l'apparition simultanée des mâles et des œufs hibernants, et il est impossible de ne pas reconnaître une liaison entre ces deux phénomènes. On peut bien rencontrer de temps à autre, pendant le cours de l'été, les mâles de certaines espèces, mais leur présence est toujours quelque chose d'extrêmement exceptionnel au milieu des myriades de femelles. Dans l'arrière-saison au contraire, lorsque les femelles produisent des œufs hibernants, les mâles sont au contraire communs : chez certaines espèces aussi communs que les femelles. Il est vraisemblable que, seules, les générations de l'arrière-saison sont fécondées, et par conséquent, si l'on doit trouver des organes de copulation femelles, c'est dans ces générations-là. M. Müller a pu s'assurer chez le genre Bythotrephes que les œufs hibernants sont fécondés. Il a trouvé dans l'utérus de ces Cladocères un œuf qui venait seulement d'y arriver (à en juger par le peu d'épaisseur de son enveloppe) et qui avait sur l'un des pôles une cellule spermatique. Chez cette forme il a réussi à reconnaître avec certitude les vagins et les vulves de la génération munie d'œufs hibernants. Pour chaque ovaire il existe

un vagin membraneux, dont la position et l'apparence rappellent le vaisseau déférent du mâle et qui s'ouvre à l'extérieur par une large ouverture, derrière le pied de la dernière paire, au point, par conséquent, où se trouve le pénis chez le mâle. Dès lors la duplicité du pénis chez toutes les formes munies d'organes copulateurs, est plus compréhensible que si l'on fait déverser directement la semence dans l'utérus impair. Le parcours des vagins chez les Bythotrephes concorde tout à fait avec celui que M. Schœdler a décrit chez les Acanthocercus et M. Müller admet par suite que cette partie de la description de M. Schœdler est exacte, mais il suppose que les vulves sont placées derrière la dernière paire de pieds et non au lieu indiqué par ce savant.

Nous laissons de côté les différences de structure assez remarquables constatées par M. Müller dans la structure des organes mâles des différentes familles, pour consacrer quelque attention à la genèse et au développement de l'œuf.

Chez la plupart des Cladocères la genèse de l'œuf dans l'ovaire a lieu de la manière suivante: chez les toutes jeunes femelles, on trouve dans l'ovaire membraneux, immédiatement auprès de l'ouverture interne de l'oviducte, un amas de petites vésicules à paroi épaisse, munies de noyaux et séparées les unes des autres par une substance intermédiaire transparente. Bientôt cette substance se divise pour se concentrer autour d'une partie de ces vésicules. Les cellules ainsi formées, cellules dans lesquelles les vésicules primitives représentent les nucléus, se groupent quatre à quatre. Parfois le plasma s'isole d'abord autour de quatre vésicules à la fois, et plus tard seulement autour de chacune d'elles. Ces phénomènes se passent tantôt dans la partie de l'amas de vésicules la plus rapprochée de l'oviducte (Sidinides), tantôt dans la partie opposée, tournée vers l'extrémité aveugle de l'ovaire (peut-être chez tous les autres Cladocères). Les amas de cellules croissent et, dans certains cas (Holopedium), chaque groupe de quatre cellules s'entoure d'une membrane com-

mune. L'une des deux cellules médianes de chaque groupe, dans la règle celle qui est la plus éloignée de l'amas primitif de vésicules, présente bientôt une différenciation résultant de la formation de petits granules vitellins périphériques. En même temps il se forme dans cette même cellule une grosse goutte d'huile orangée, au moins dans l'œuf d'été, car cette goutte manque dans l'œuf hibernant. La cellule ainsi distinguée augmente de volume, tandis que les autres s'arrêtent dans leur développement. Lorsque les granules vitellins ont rempli toute la cellule principale, son noyau (la vesicule germinative), jusqu'alors central, se dirige vers la périphérie et se soustrait aux regards. En même temps les trois autres cellules diminuent de volume et finissent par être complétement résorbées. La cellule accrue et transformée, mais désormais unique, est l'œuf du Cladocère. Il est pondu dans l'utérus sans être enveloppé d'aucune membrane.

Chez quelques formes (Polyphémides, Moina), l'œuf d'été paraît se former d'une manière un peu différente, vraisemblablement aux dépens d'une seule cellule. La différence entre l'œuf d'été et l'œuf hibernant dans les ovaires, paraît consister d'ordinaire seulement dans la composition du vitellus de nutrition, dans son volume et quelquefois aussi dans sa membrane protectrice. Dans certains cas (Polyphémide, Moina), les œufs d'été manquent entièrement de vitellus de nutrition.

M. Müller a suivi également le développement de l'œuf dans l'utérus. Il a vu l'œuf après la ponte s'entourer d'une membrane qui paraît être le produit de la couche périphérique de son plasma. Les œufs hibernants sont en outre protégés d'une manière particulière, tantôt par la carapace de la mère (Daphnides), tantôt par un chorion sécrété sans doute par les glandes de la paroi utérine (Polyphémides). Dans un cas même (Leptodora), l'œuf hibernant s'entoure d'un chorion déjà dans l'ovaire.

La suite du développement de l'œuf d'été dans l'utérus peut se résumer, d'après des observations faites sur les Leptodora, de la manière suivante. Le blastoderme apparaît sur toute la surface de l'œuf, mais, sur l'un des hémisphères, les cellules qui le constituent restent minces et perdent leur noyau. Sur l'autre, un peu plus petit, les cellules s'allongent vers le centre, deviennent cylindriques et conservent leur noyau. C'est l'aire embryonnaire. En même temps le vitellus de nutrition se réunit en grosses gouttes huileuses qui prennent plus tard, par la pression réciproque, une apparence cellulaire.

Bientôt on voit apparaître sur toute la surface de l'aire embryonnaire de légers sillons qui sont les contours des antennes, des rames, du labre, des mandibules et des six paires de pieds. Tous les organes appendiculaires apparaissent donc dès le principe sur de très-grandes dimensions. Les rames embrassent tous les autres organes sus-nommés. Dans cette phase l'anus est formé par un léger enfoncement, et la bouche avec une partie de l'œsophage apparaissant comme un mince canal dans la masse embryonnaire. L'auteur n'a pu trouver aucune trace de bourrelets ventraux. Plus tard la forme d'œuf disparaît, la région céphalique faisant fortement saillie. L'embryon, dans cette phase, est entouré d'une membrane fœtale qui est peut-être différente de la membrane vitelline d'autrefois. Les éléments du vitellus de nutrition prennent une disposition radiaire dans la région thoracique sans qu'il se forme de sac vitellin; dans une phase subséquente les rames se détachent de la surface de l'embryon; la tête s'étrangle plus nettement; l'abdomen commence à former une proéminence conique dans la région postérieure. De légères traces d'articulation se montrent à l'abdomen et dans la région mandibulaire. A ce moment apparaît le premier rudiment du système nerveux céphalique. Le soulèvement des rames laisse apercevoir un petit amas de nucléus dans un plasma homogène. C'est le premier indice de l'ovaire.

Le bouclier céphalique apparaît comme un épaississement de la peau de la nuque, le bouclier thoracique comme une duplicature verruciforme de la peau du segment mandibulaire. Tous les organes ainsi indiqués subissent un accroissement notable jusqu'à l'époque où le jeune individu quitte l'utérus. Nous laisserons de côté tout ce qui concerne le développement post-embryonnaire.

La comparaison de l'ovologie des Cladocères avec celle d'autres animaux, principalement des insectes, fournit à M. Müller des résultats importants. Les recherches de MM. Ganin, Leuckart et Mecznikow sur les *pseudova* des Cécidomyes vivipares, fournissent des résultats à peu près identiques avec ceux que l'étude de l'ovaire du genre Holopedium, par exemple, a révélés à M. Müller. Dans les deux cas, l'ovaire se montre d'abord immédiatement sous la peau de l'abdomen, sous la forme d'un sac membraneux, renfermant un petit nombre de vésicules nucléées qui nagent dans un plasma homogène. Plus tard, le sac s'allonge dans l'intérieur de la cavité du corps, tandis que le nombre des vésicules augmente. Ce nombre une fois devenu très-considérable, on voit se manifester dans le plasma des divisions dont le résultat est la formation de groupes de vésicules entourés d'une certaine quantité de plasma. Dans chacun de ces groupes se scinde plus tard une masse vitelline autour d'une seule des vésicules. A mesure que le vitellus s'accroît, le plasma qui entourait les autres vésicules disparaît; ces dernières s'atrophient du reste complétement; le vitellus occupe l'espace rempli précédemment par l'amas de cellules, et la vésicule autour de laquelle il s'est formé lui-même, disparaît également. Il y a bien entre le cas des Cécidomyes et celui des Cladocères une certaine dissemblance dont il ne faut pourtant pas s'exagérer la portée. Chez les larves de Cécidomyes, le plasma ne s'isole pas nettement autour de chacune des vésicules nucléaires, comme cela a lieu chez les Cladocères. En outre, la membrane de l'ovaire persiste chez les Cladocères,

tandis que, chez les larves de Cécidomyes, elle disparaît souvent, lorsque la division de son contenu en plusieurs masses a eu lieu.

Mais les ovaires des insectes parfaits présentent, dans une foule de cas, une ressemblance complète avec ceux de certains Cladocères. Compare-t-on, par exemple, l'ovaire de la *Leptodora hyalina* avec celui de la mouche domestique, on trouve que dans les deux cas ces organes s'étranglent autour de groupes de cellules, toutes semblables entre elles, et prennent par suite l'apparence d'un chapelet. Une disposition toute semblable à celle de l'ovaire des mouches, bien qu'étonnamment variée dans le détail, se retrouve, comme chacun sait, chez une grande quantité d'insectes et peut-être chez quelques myriapodes. Chez ces articulés, on voit pour chaque cellule ovarique qui se développe, un certain nombre d'autres cellules disparaître, cellules qui tantôt, comme chez la mouche, sont enfermées dans la même chambre que l'ovule, tantôt sont renfermées dans un espace à part, distinct pour chaque ovule ou commun pour tous. L'ovule des Cladocères trouve évidemment sa place dans cette série et les trois cellules qui s'atrophient pendant la genèse de l'œuf, ainsi que nous l'avons vu plus haut, sont évidemment de même ordre que les cellules vitellogènes (*Dotterbildungszellen* des Allemands) qui, chez les insectes, contribuent à la formation de l'œuf. Ces dernières sont accumulées, chez les insectes, en général à l'un des pôles de l'œuf, tandis que chez les Cladocères elles sont placées à chaque pôle. Mais cette différence n'a pas d'importance, puisque, selon M. Stein, les Carabes présentent à ce point de vue une disposition tout à fait semblable à celle des Cladocères. Les cellules vitellogènes subsistent souvent après leur résorption, à l'état de faibles vestiges qu'on a comparés à un *corpus luteum*. Chez les Cladocères, M. Müller n'a rien observé de semblable, mais il a vu toujours les trois cellules être absorbées complétement par l'œuf.

L'œuf des Cladocères peut donc être d'une part rapproché

des pseudova des larves de Cécidomyes, d'autre part, malgré une plus grande simplicité dans la genèse, des œufs proprement dits d'une foule d'insectes. Ils forment donc une sorte de chaînon intermédiaire entre ces deux formes de corps reproducteurs. M. Leuckart avait d'ailleurs déjà exprimé l'opinion que les pseudova des larves vivipares de diptères, sont produits de la même manière que les œufs de l'insecte parfait.

Dans son travail sur le développement des organes génitaux des Lépidoptères, M. Hermann Meyer a exprimé l'opinion que les corps, interprétés par M. Stein et ses successeurs comme des cellules vitellogènes, sont des germes d'œufs tout aussi bien que l'ovule proprement dit; seulement ces germes avorteraient, tandis que l'ovule subirait son développement ultérieur. M. Stein ne paraît pas avoir cherché à établir une homologie entre ces deux sortes d'éléments. M. Lubbock et M. Huxley ont bien concédé une grande ressemblance entre eux dans plusieurs cas, et MM. Claus, Weismann et Mecznikow ont démontré la similitude de leur genèse, mais l'opinion de M. Meyer a été néanmoins combattue par MM. Lubbock, Huxley et Weismann, et M. Bessels l'a déclarée catégoriquement *une erreur*. En revanche tous ces auteurs s'accordent sur les fonctions des cellules vitellogènes, fonctions exprimées par le nom même. Jusqu'à M. Müller, l'opinion de M. Meyer n'avait trouvé de défenseur positif que dans M. Leydig. L'étude des Cladocères semble parler aussi très-fortement en sa faveur. Elle montre une identité complète entre les cellules vitellogènes et les ovules, à partir du moment où tous ensemble forment un amas de vésicules parfaitement semblables dans un plasma transparent, jusqu'au moment où la formation du vitellus commence dans l'une des quatre cellules entièrement développées. Puis, il ne faut pas oublier que ce n'est pas constamment la même parmi ces quatre cellules qui se développe en œuf. On pourrait, il est vrai, utiliser contre cette manière de voir, la circonstance

que le plasma ovarique se scinde parfois autour des quatre vésicules en une masse unique, avant la formation des cellules isolées autour de chaque vésicule, de telle sorte qu'on a sous les yeux une sorte d'œuf pourvu de quatre vésicules germinatives. On pourrait en conclure que ces quatre cellules sont plus intimement liées entre elles que quatre germes d'ovules. Cependant il n'est pas possible d'accorder trop d'importance à ce fait, quand on voit, surtout chez les Daphnies, un bien plus grand nombre de vésicules avec le plasma ambiant, se détacher par étranglement du reste de la masse. Cet amas est destiné à fournir par division subséquente, les œufs de toute une ponte. Une objection plus sérieuse contre l'opinion de M. Meyer pourrait être tirée de ce fait, que chez certains Cladocères il se forme, sans doute aux dépens du protoplasma, une membrane d'enveloppe, commune pour l'ovule et ses cellules vitellogènes. Cette membrane ne se forme que dans les ovaires assez larges pour que plusieurs groupes de cellules trouvent place les uns à côté des autres, comme dans le genre Holopedium et chez les larves de Cécidomyes. Cependant admettre qu'une couche de plasma s'endurcit autour de quatre nucléus de cellules au lieu d'un seul, c'est se prononcer pour un phénomène moins étrange qu'un œuf composé de quatre cellules.

M. Müller a vu l'ovaire, déjà chez l'embryon, sous la forme d'un petit amas de nucléus dans un plasma transparent. A sa première origine, cet organe, par sa place et son apparence, se montre être une cellule du blastoderme dont le nucléus s'est plusieurs fois divisé. La formation des œufs se réduit donc au fractionnement du nucléus et du plasma de cette cellule blastodermique primitive. M. Mecznikow a fait des observations très-semblables sur la première apparition de l'ovaire chez les Aphides et les larves de Cécidomyes. N'est-il pas frappant que ces différentes observations sur la formation de l'ovaire aux dépens de la métamorphose d'une cellule blastodermique, aient été faites chez des groupes d'a-

nimaux où la reproduction a lieu sans fécondation ? Mais cette particularité doit s'expliquer, sans doute, par la circonstance que, chez ces êtres, l'ovaire se forme beaucoup plutôt que chez d'autres. Dans tous les cas, il résulte de ce qui précède que la désignation de « glande sexuelle sécrétant des germes » ne convient point à l'ovaire des Cladocères. La paroi membraneuse de cet organe doit être considérée comme une enveloppe formée autour d'une masse plastique dérivée de l'œuf. L'ovaire semble n'avoir pour fonction que de laisser passer, par diffusion à travers ses parois membraneuses, les liquides nécessaires à la nutrition des éléments cellulaires renfermés dans l'intérieur. Aussi longtemps qu'a régné seule dans la science l'opinion de Ramdohr, de Liévin et d'autres, que les œufs d'été et les œufs hibernants, c'est-à-dire les œufs fécondés et les œufs non fécondés sont produits par les mêmes générations de Cladocères, on pouvait rapprocher, avec MM. de Siebold et Leuckart, le mode de reproduction de ces Crustacés de celui des Psychides et des Coccides, c'est-à-dire en faire un cas de parthénogénèse. M. Lubbock constata le premier, d'une manière très-positive, que les mêmes individus produisent les deux espèces d'œufs. Mais il chercha, en outre, à montrer qu'il n'y a point de différence essentielle entre ces deux sortes de corps reproducteurs. Il conclut bien que le mode de reproduction des Cladocères est un cas de parthénogénèse, mais il croit néanmoins faire résulter de ses observations qu'il n'y a pas de ligne de démarcation nette entre les œufs et les bourgeons. Au contraire, M. Leydig a cru trouver une différence profonde entre les œufs d'été et les œufs hibernants ; il considère les premiers comme des bourgeons internes et les seconds comme des œufs, de telle sorte que le mode de reproduction est pour lui un exemple de génération alternante. M. Müller montre aujourd'hui que les deux sortes d'œufs présentent une genèse semblable. Leur croissance dans les ovaires présente aussi les mêmes phénomènes dans ses grands traits.

La formation et la croissance du vitellus, la disparition de la vésicule germinative, la résorption des cellules vitellogènes, tous ces phénomènes ont lieu de la même manière dans les deux formes d'œufs. En revanche, dès le commencement de la formation du vitellus, il se manifeste dans la composition du vitellus de nutrition des différences constantes, selon que l'ovule doit devenir un œuf estival ou un œuf hibernant. Dans le premier cas, le vitellus renferme une goutte d'huile orangée, qui fait défaut dans le second, et le vitellus des œufs hibernants est souvent plus grand et plus sombre que celui des œufs estivaux. Mais il est clair que ces différences ne sont pas de nature à éloigner l'une des formes d'œufs plus que l'autre de la forme de l'ovule typique.

Pour M. Müller, les Cladocères ont deux espèces d'*œufs*, destinés à se développer dans des circonstances différentes. Chacune de ces formes d'œufs a, pour ainsi dire, sa biologie particulière, ce qui entraîne des exigences différentes quant à la nature du vitellus de nutrition et des membranes d'enveloppe. Mais ces éléments n'ont qu'une importance secondaire pour l'œuf et il n'est pas difficile de comprendre que, malgré les différences qu'ils présentent, les parties essentielles de l'œuf peuvent parcourir, dans les deux formes, la même série typique de phénomènes d'évolution. Cette manière de voir n'explique point la signification de la fécondation pour les œufs hibernants et de l'absence de fécondation pour les œufs estivaux. Mais cela n'en diminue point la légitimité, eu égard à l'état incertain de la science actuelle, dans la question de fécondation.

Le mode de reproduction des Cladocères a souvent été comparé à celui des Aphides, et non sans raison. Il résulte des recherches de MM. Leuckart et Huxley que la nature du blastogène et l'apparence des germes, chez ces insectes, sont, durant les premiers stades, parfaitement semblables à l'ovaire et aux œufs des Cladocères. Les phénomènes qui sont communs au mode de propagation des Aphides et à celui

des Cladocères sont les suivants : Il existe dans les deux cas deux sortes de corps reproducteurs dont l'un est fécondé et l'autre pas : ces corps ont une même genèse et les phases de leur développement sont semblables, mais il y a une grande différence dans la marche de leur développement, différence préparée dans le corps reproducteur lui-même, longtemps avant qu'aucune fécondation soit possible, et qui apparaît, soit dans les éléments secondaires de l'œuf (vitellus de nutrition et membranes d'enveloppe), soit dans l'époque de l'évolution. En face d'une similitude si frappante, la circonstance que les pseudova des Aphides se développent au sein de la mère et les œufs estivaux des Cladocères au dehors, n'a qu'une importance fort secondaire.

En revanche, il y a une différence entre les Aphides et les Cladocères, en ce sens que chez les premiers les deux espèces de corps reproducteurs sont engendrés par des générations différentes, tandis qu'ils sont produits par une seule et même génération chez les Cladocères comme chez les Coccides. Le mode de reproduction des pucerons semble donc appartenir à la génération alternante et celui des daphnoïdes à la parthénogenèse. Mais il ne s'agit point d'une parthénogenèse franche, témoin la présence de ces deux espèces de corps reproducteurs qui lient étroitement la reproduction des Cladocères avec celle des Aphides. Les phénomènes reproducteurs présentés par ces petits crustacés oscillent donc entre la parthénogenèse et la métagenèse et montrent qu'il n'y a pas entre ces deux modes de génération une distinction aussi profonde qu'on est en général disposé à l'admettre.

Bien que nous ne puissions pas entrer dans l'examen de la partie strictement zoologique des travaux de M. Müller, nous dirons cependant quelques mots de la liaison remarquable que ce savant a constatée entre la forme des Cladocères et le genre de vie de ces crustacés. MM. Lilljeborg et G.-O. Sars ont déjà montré qu'il existe dans les lacs une série de Cladocères de pleine eau, comparable à la faune pélagique de

la mer. Toutes ces formes ont quelque chose de commun. Elles sont toutes plus ou moins hyalines, et présentent certaines particularités d'organisation qui en font d'excellents nageurs, mais qui les mettent hors d'état de s'approcher des corps solides. Ces Cladocères de pleine eau ont tous une tendance à développer des organes servant de balancier pour maintenir l'équilibre, organes qui rappellent les singulières épines des larves de Décapodes brachyones. La case gélatineuse, décrite par M. G.-O. Sars comme entourant le corps de l'*Holopedium gibberum*, rentre dans cette catégorie, bien que M. Sars lui ait accordé assez d'importance pour fonder sur elle une famille à part. Que les Cladocères de pleine eau soient incapables de se mouvoir au milieu d'objets solides, c'est ce qui résulte du faible développement du dernier segment caudal. Cette région n'est plus, chez les Polyphémides, qu'un simple rudiment. Chez les Bosmina et les Daphnies de pleine eau, où la queue conserve sa forme typique, elle est du moins faible et à peine chitinisée.

Tout à l'opposé des formes de pleine eau, sveltes et transparentes comme du verre, les formes qui habitent près du fond ou du rivage, sont opaques, lourdes, dépourvues d'appendices épineux et d'autres balanciers. L'organe le plus important pour la locomotion sur le sol, c'est la queue, qui peut être organisée de deux manières différentes. Chez les Sidinides et les Daphnides, elle est moins fortement chitinisée, courte et mue par des muscles qui pénètrent à l'intérieur, aussi bien les extenseurs que les fléchisseurs. Chez les Lynceides, la disposition est tout autre : immédiatement en avant des soies caudales, se trouve une crête chitineuse dure qui limite le dernier segment caudal, et qui sert de point d'attache à tous les extenseurs. La queue joue donc en quelque sorte le rôle d'un instrument auquel s'applique la force motrice, plutôt que celui d'un organe proprement dit, puisqu'elle ne renferme aucun muscle (sauf pourtant un ou deux faibles fléchisseurs qui y pénètrent). Cette disposition, unie à la lour-

deur de la forme et à la dureté de l'enveloppe chitineuse, donne à la locomotion des Lyncéides, à l'aide de la queue, une rapidité et une force extraordinaire. Ces Cladocères se servent de leur queue, tantôt comme d'un ressort pour le saut (Camptocercus), tantôt comme d'un point d'appui pour se creuser un chemin dans la vase (Alona). Cette structure de la queue est si caractéristique des Lyncéides, qu'on est en droit de s'étonner en la voyant reparaître chez le mâle d'une espèce de pleine eau, la *Bosmina diaphana*; mais ici elle paraît devoir jouer un rôle dans l'accouplement.

Il existe une série de formes appartenant à la famille des Daphnides, qui présentent la queue musculeuse caractéristique de cette famille, mais qui sont néanmoins capables de gouverner au milieu d'objets solides comme les Lyncéides. Ce sont les Cladocères pour lesquels M. Sars a formé la famille des Lyncodaphnides. Comme chez tous les autres Cladocères à queue semblablement conformée, cet organe n'est qu'un instrument de motion très-imparfait; toutefois ce défaut est suppléé par un développement extraordinaire de l'une ou même de toutes les soies des rames antennaires, soies dont les cils sont transformés en épines chitineuses. — Entre les formes de pleine eau et les formes côtières il existe d'ailleurs certaines formes intermédiaires. E. C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1870.

Le 2, gelée blanche le matin, minimum + 2°,0.

3, forte rosée le matin, et faible gelée blanche à 7 h. ; à 7 ½ h. du matin, il se forme un brouillard intense, qui dure jusqu'à 11 h.

4, neige sur les montagnes des environs.

6, 7 et 8, assez forte bise, qui tombe dans la soirée du 8.

10, belle couronne lunaire dans la soirée.

14, il a un peu neigé dans la nuit précédente, hauteur 5mm ; la bise se lève vers 10 h. du matin et souffle avec force jusqu'au lendemain à la même heure.

15, faible halo solaire dans la journée, et halo lunaire dans la soirée : à 10 h. belle couronne lunaire.

16, halo solaire de midi à 3 ½ h., de midi ¼ à 1 h. il a été très-brillant ; couronne lunaire dans la soirée.

19, forte bise depuis midi, surtout dans la nuit suivante.

21, gelée blanche le matin.

22, halo solaire de 10 ¼ h. à 11 h.

27, gelée blanche le matin ; halo solaire à 10 ¼ h. La bise se lève dans la matinée, vers 10 h., et elle souffle avec force jusqu'au 1 avril à la même heure.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 10 h. matin	729,85	Le 3 à 5 h. soir	718,25
6 à 8 h. matin	724,74	7 à 4 h. après midi	722,86
8 à 8 h. soir	725,89	13 à 4 h. après midi	717,26
15 à 10 h. matin	730,30	18 à 6 h. matin	724,94
21 à 8 h. matin	732,46	23 à 8½ h. matin	720,94
24 à 10 h. soir	723,95	26 à 4 h. après midi	717,52
28 à 10 h. matin	726,93	29 à 4 h. après midi	721,26

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Lammimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm.
1	729,23	+ 3,61	+ 7,33	+4,50	+ 1,5	+15,8	6,02	+1,53	784	— 4	510	990	...	...	variable	0,30	5,8	+ 0,4	73
2	726,75	+ 1,18	+ 5,59	+2,64	+ 2,0	+ 9,3	6,32	+1,81	924	+139	820	980	...	...	N. 1	0,87	5,9	+ 0,4	72
3	720,47	— 5,05	+ 5,95	+2,89	+ 1,1	+11,0	6,26	+1,73	892	+110	680	1000	...	...	variable	0,61	6,0	+ 0,5	74
4	719,67	— 5,80	+ 6,83	+3,65	+ 5,5	+ 9,7	6,67	+2,12	917	+138	820	980	9,0	9	variable	0,86	6,5	+ 1,0	74
5	723,04	— 2,38	+ 7,34	+4,04	+ 4,6	+11,8	6,04	+1,47	811	+ 35	590	950	0,1	1	SSO. 1	0,68	6,4	+ 0,8	75
6	724,37	— 1,00	+ 2,77	—0,65	+ 1,8	+ 5,4	4,55	—0,04	833	+ 60	750	840	...	...	NNE. 2	1,00	—	—	76
7	723,16	— 2,15	+ 1,52	—2,02	+ 0,2	+ 2,5	4,12	—0,49	823	+ 53	780	830	...	...	NNE. 2	1,00	5,2	— 0,5	80
8	724,64	— 0,61	+ 2,52	—1,14	+ 1,2	+ 3,9	3,72	—0,90	701	— 67	620	750	...	...	NNE. 2	1,00	5,2	— 0,5	80
9	724,69	— 0,50	+ 3,18	—0,60	+ 0,1	+ 7,2	3,97	—0,66	706	— 60	570	820	...	...	N. 1	0,54	5,8	0,0	79
10	723,29	— 1,84	+ 2,83	—1,07	+ 0,6	+ 6,2	3,63	—1,01	666	— 98	480	800	...	...	NNE. 1	0,73	5,8	0,0	78
11	721,92	— 3,15	+ 1,76	—2,26	— 2,4	+ 6,5	4,00	—0,65	782	+ 20	580	1000	0,7	2	S. 1	0,92	5,7	— 0,1	77
12	718,87	— 6,14	+ 3,66	—0,49	+ 0,7	+ 7,7	3,89	—0,77	674	— 86	510	860	...	..	S. 1	0,87	5,8	— 0,1	74
13	718,40	— 6,55	+ 3,56	—0,72	+ 0,2	+ 7,7	3,01	—1,66	533	—225	370	770	...	...	variable	0,36	—	—	77
14	725,53	+ 0,64	+ 0,87	—3,53	— 1,2	+ 4,5	3,55	—1,13	755	— 1	530	890	0,3	1	N. 3	0,24	6,1	+ 0,1	82
15	729,64	+ 4,80	+ 1,20	—3,33	— 2,5	+ 5,7	3,00	—1,69	632	—122	370	860	...	...	N. 1	0,37	5,0	— 1,1	79
16	728,83	+ 4,02	+ 2,59	—2,07	— 4,0	+ 7,0	3,77	—0,94	679	— 73	460	900	...	...	variable	0,72	5,3	— 0,9	76
17	726,58	+ 1,80	+ 6,17	+1,39	+ 4,0	+ 9,3	7,01	+2,28	993	+243	900	1000	19,6	19	variable	0,99	5,7	— 0,5	77
18	725,41	+ 0,66	+ 6,80	+1,89	+ 6,1	+10,0	7,00	+2,25	963	+215	830	990	1,3	3	variable	0,94	5,9	— 0,4	76
19	727,90	+ 3,18	+ 6,20	+1,16	+ 4,6	+ 8,8	5,64	+0,87	811	+ 65	710	850	...	...	NNE. 2	0,79	5,8	— 0,6	78
20	730,98	+ 6,29	+ 5,34	+0,17	+ 3,6	+ 8,4	4,41	—0,39	686	— 58	490	780	...	...	NNE. 2	0,43	—	—	78
21	731,54	+ 6,88	+ 4,88	—0,42	— 0,2	+ 9,4	4,25	—0,58	667	— 75	520	840	...	...	N. 1	0,84	6,5	0,0	78
22	726,87	+ 2,24	+ 6,80	+1,37	+ 1,8	+12,8	5,02	+0,16	692	— 48	410	840	0,8	1	S. 1	0,88	6,8	+ 0,2	78
23	721,68	— 2,92	+ 3,17	—2,39	— 1,3	+ 7,7	4,07	—0,82	742	+ 4	520	930	0,7	2	variable	0,82	6,6	— 0,1	78
24	722,99	— 1,58	— 0,48	—6,17	— 1,8	+ 2,0	3,11	—1,81	726	— 10	610	820	...	...	NE. 2	0,54	5,3	— 1,4	78
25	721,32	— 3,22	+ 0,69	—5,13	— 3,9	+ 4,4	3,11	—1,84	683	— 51	420	880	...	...	NNE. 1	0,20	5,7	— 1,1	80
26	718,27	— 6,24	+ 4,17	—1,79	0,0	+ 8,6	4,06	—0,92	663	— 69	480	760	...	...	NNE. 1	0,56	6,2	— 0,7	78
27	724,07	— 0,41	+ 3,42	—2,67	0,0	+ 6,8	3,81	—1,20	667	— 63	520	830	...	...	NNE. 3	0,67	—	—	79
28	726,65	+ 2,19	+ 2,99	—3,24	+ 2,0	+ 4,3	3,54	—1,50	649	— 79	540	730	...	...	NNE. 3	0,98	5,7	— 1,3	80
29	721,93	— 2,51	+ 2,02	—4,34	+ 1,0	+ 4,0	3,52	—1,55	689	— 37	550	780	...	...	NNE. 3	0,89	4,9	— 2,2	82
30	722,92	— 1,50	+ 2,18	—4,31	+ 0,9	+ 3,8	3,45	—1,65	662	— 63	560	710	...	...	N. 2	1,00	4,7	— 2,4	82
31	723,54	— 0,87	+ 3,32	—3,31	+ 1,9	+ 4,1	4,20	—0,93	720	— 4	680	730	...	...	NNE. 2	1,00	4,8	— 2,4	82

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1870

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	724,00	724,38	724,40	724,14	723,62	723,33	723,61	723,99	724,06
2e »	725,23	725,69	725,88	725,72	725,23	724,88	725,16	725,69	725,92
3e »	723,89	724,04	724,04	723,80	723,54	723,48	723,74	723,96	723,94
Mois	724,36	724,69	724,75	724,53	724,11	723,88	724,16	724,52	724,62
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2,70	+ 3,05	+ 5,06	+ 6,29	+ 7,25	+ 7,28	+ 5,70	+ 4,90	+ 3,88
2e »	+ 1,31	+ 2,32	+ 4,16	+ 5,42	+ 6,00	+ 6,21	+ 5,36	+ 4,57	+ 4,04
3e »	+ 1,17	+ 2,18	+ 3,88	+ 4,81	+ 4,97	+ 4,60	+ 3,83	+ 3,26	+ 2,95
Mois	+ 1,72	+ 2,50	+ 4,35	+ 5,49	+ 6,04	+ 5,98	+ 4,92	+ 4,21	+ 3,60
	Tension de la vapeur.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,97	5,01	5,23	5,31	5,34	5,42	5,11	5,10	5,15
2e »	4,57	4,49	4,50	4,71	4,54	4,61	4,58	4,59	4,64
3e »	3,89	3,92	3,87	3,82	3,80	3,80	3,96	3,93	3,93
Mois	4,46	4,46	4,51	4,59	4,53	4,58	4,53	4,52	4,55
	Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	882	867	786	735	685	701	730	766	833
2e »	884	808	716	686	636	638	669	707	746
3e »	779	721	632	595	585	593	652	674	688
Mois	846	796	709	669	634	642	683	714	751

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 1,86	+ 8,28	0,76	5,84	9,1	76,1
2e »	+ 0,91	+ 7,56	0,66	5,66	21,9	77,4
3e »	+ 0,04	+ 6,17	0,76	5,72	1,5	79,5
Mois	+ 0,91	+ 7,30	0,73	5,74	32,5	77,7

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,94 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 12°,3 E., et son intensité est égale à 88,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1870.

Le 3, brouillard le soir.
4, id. tout le jour.
5, id. depuis 6 h. du soir.
7, id. le matin et le soir.
10, id. depuis 8 h. du matin.
11, id. la plus grande partie de la journée.
12, id. tout le jour.
13, id. depuis 8 h. du soir.
14, id. jusqu'à 2 h. de l'après-midi.
17, 18, id. toute la journée.
19, id. de 4 h. à 6 h. du soir.
20, id. le matin et le soir.
21, id. une grande partie de la journée.
22, id. de 6 h. à 8 h. du matin et de 4 h. à 6 h. du soir. La neige tombée n'a pu être mesurée.
23, id. depuis 2 h. de l'après-midi à 6 h. du soir.
24, id. jusqu'à midi.
25, id. jusqu'à 8 h. du matin.
29, id. le matin et le soir.
30, id. jusqu'à 4 h. de l'après-midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 1 à 10 h. soir	567,42
5 à 10 h. soir	559,94
8 à 10 h. soir	558,94
16 à 10 h. soir	563,23
20 à 8 h. soir	564,53
28 à midi	560,10

MINIMUM.	mm
Le 4 à 4 h. après midi	556,55
7 à 10 h. soir	556,25
14 à 6 h. matin	551,82
18 à 10 h. matin	560,32
24 à 8 h. matin	551,05
29 à 4 h. après midi	554,32

SAINT-BERNARD. — MARS 1870.

Jours du mois	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	566,61	+ 6,92	565,55	567,42	— 3,10	+ 5,13	— 4,2	+ 0,5	.....	.....	....	SO. 1	0,11
2	565,71	+ 6,03	564,49	566,82	— 0,27	+ 7,90	— 2,7	+ 3,5	.....	.....	....	SO. 1	0,53
3	560,87	+ 1,19	559,79	561,89	— 1,53	+ 6,58	— 5,8	+ 2,7	.....	.....	....	SO. 1	0,42
4	557,36	— 2,31	556,55	558,54	— 4,85	+ 3,20	— 5,7	— 2,9	100	12,0	6	SO. 1	0,97
5	559,15	— 0,52	557,67	559,94	— 5,25	+ 2,74	— 8,3	— 1,4	14	1,1	2	NE. 1	0,52
6	558,62	— 1,04	558,11	559,22	— 5,67	+ 2,25	— 8,7	— 2,2	.....	.....	....	variable	0,13
7	556,41	— 3,25	556,25	556,94	— 7,24	+ 0,61	— 8,4	— 3,4	.....	.....	....	variable	0,56
8	557,90	— 1,76	556,25	558,94	— 6,15	+ 1,63	— 8,8	— 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,21
9	558,07	— 1,60	557,79	558,37	— 7,20	+ 0,51	— 8,8	— 4,4	.....	.....	....	NE. 1	0,01
10	555,52	— 4,15	555,18	556,00	—11,37	— 3,73	—12,2	— 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,89
11	554,08	— 5,60	553,25	554,91	—11,74	— 4,18	—11,8	— 9,8	.....	.....	....	NE. 1	0,89
12	552,23	— 7,46	552,15	552,41	—11,34	— 3,86	—12,0	— 9,0	.....	.....	....	NE. 1	0,96
13	552,17	— 7,53	551,91	552,60	—10,95	— 3,55	—11,8	— 8,2	.....	.....	....	NE. 1	0,31
14	555,40	— 4,31	551,82	558,06	—14,61	— 7,29	—17,5	—11,4	.....	.....	....	NE. 3	0,69
15	560,80	+ 1,07	559,39	561,70	—10,22	— 2,99	—15,0	— 6,2	.....	.....	....	NE. 1	0,06
16	562,53	+ 2,78	561,70	563,23	— 5,73	+ 1,41	— 8,2	— 2,5	.....	.....	....	NE. 1	0,58
17	561,98	+ 2,21	561,22	562,37	— 3,21	+ 3,84	— 3,8	— 1,8	.....	.....	....	NE. 2	0,88
18	560,95	+ 1,16	560,32	562,18	— 4,65	+ 2,31	— 5,3	— 2,4	.....	.....	....	NE. 2	0,87
19	562,42	+ 2,60	561,86	563,36	— 5,66	+ 1,21	— 7,6	— 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,51
20	563,69	+ 3,84	562,93	564,53	— 7,14	— 0,37	— 8,3	— 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,92
21	563,84	+ 3,96	563,65	564,25	— 7,24	— 0,57	— 8,7	— 4,4	.....	.....	....	NE. 2	0,63
22	561,02	+ 1,11	559,77	562,55	— 7,08	— 0,51	— 8,2	— 4,3	.....	.....	....	NE. 1	0,87
23	554,43	— 5,51	552,31	557,05	— 5,31	+ 0,96	— 7,4	— 1,2	20	5,3	7	NE. 1	0,97
24	551,74	— 8,24	551,05	552,90	—17,91	—11,54	—19,0	—15,4	.....	.....	....	NE. 3	0,61
25	552,48	— 7,54	551,85	553,73	—15,45	— 9,19	—19,7	—12,8	.....	.....	....	NE. 2	0,27
26	554,04	— 6,02	553,34	555,16	— 7,21	— 1,05	—11,0	— 3,5	.....	.....	....	SO. 1	0,02
27	558,10	— 2,00	555,44	559,95	— 6,86	— 0,81	—10,7	— 3,6	.....	.....	....	SO. 1	0,48
28	559,49	— 0,66	558,74	560,10	— 3,92	+ 2,02	— 7,2	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,10
29	554,60	— 5,60	554,32	555,25	— 9,55	— 3,72	—12,2	— 5,7	20	6,2	8	NE. 1	0,88
30	556,08	— 4,17	554,85	557,02	— 8,42	— 2,79	—10,6	— 4,6	.....	.....	....	SO. 1	0,60
31	556,85	— 3,45	556,11	557,69	— 5,47	+ 0,13	—10,6	— 1,3	.....	.....	....	SO. 1	0,00

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1870.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	559,69	559,84	559,97	559,97	559,67	559,53	559,52	559,52	559,52
2e »	558,00	558,26	558,53	558,73	558,68	558,70	558,82	559,20	559,31
3e »	556,46	556,52	556,60	556,68	556,61	556,62	556,71	556,91	556,97
Mois	558,00	558,15	558,31	558,40	558,26	558,23	558,30	558,49	558,54
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 6,34	— 5,67	— 3,91	— 2,49	— 2,48	— 3,52	— 5,36	— 6,44	— 6,50
2e »	— 9,51	— 8,56	— 7,46	— 6,60	— 6,29	— 6,83	— 8,53	— 8,78	— 9,50
3e »	—10,87	— 9,15	— 7,52	— 6,64	— 5,30	— 6,62	— 8,35	— 9,13	— 9,19
Mois	— 8,97	— 7,84	— 6,34	— 5,29	— 4,71	— 5,69	— 7,44	— 8,15	— 8,42

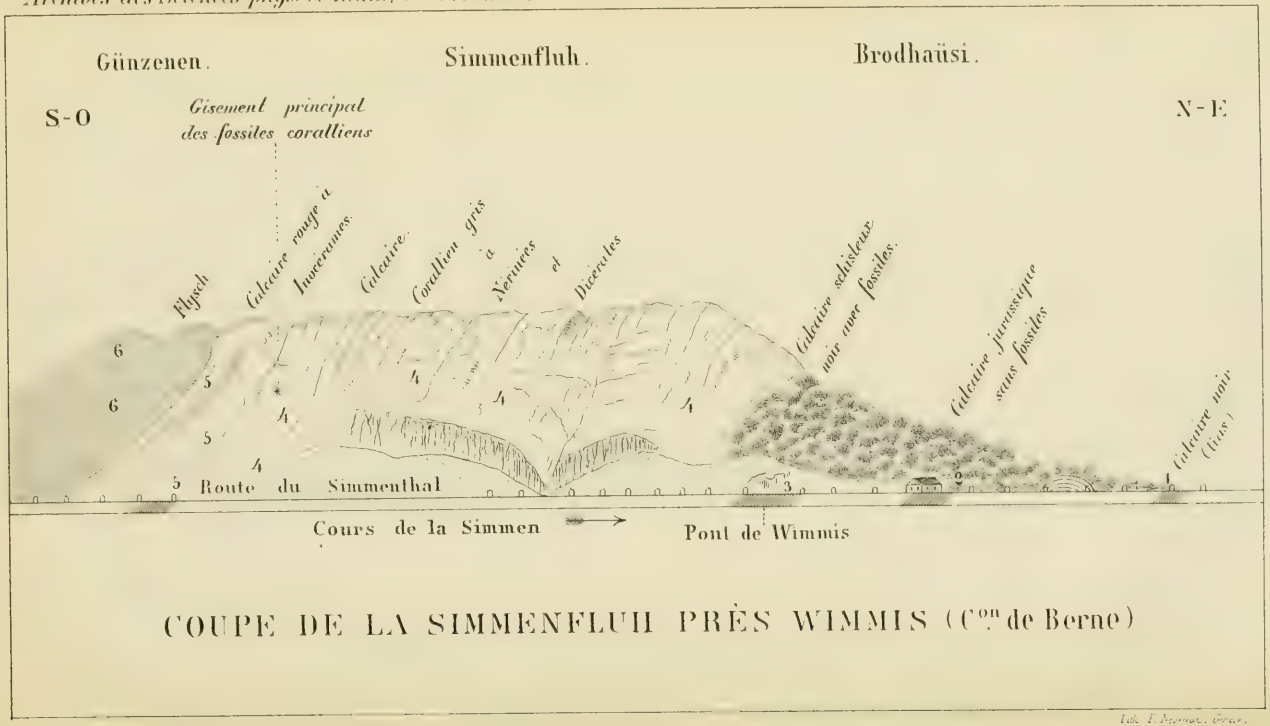
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 7,36	— 1,96	0,44	13,1	114
2e »	—10,13	— 5,85	0,67	0,0	0
3e »	—11,34	— 5,07	0,55	11,5	40
Mois	— 9,66	— 4,32	0,55	24,6	154

Dans ce mois, l'air a été calme 7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,73 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° E., et son intensité est égale à 65,6 sur 100.

* Voir la note du tableau.



COUPE DE LA SIMMENFLUH PRÈS WIMMIS (Cⁿ de Berne)

Lith. E. Dupraz, Genève.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXXVII (NOUVELLE PÉRIODE)

[1870. — Nos 145 à 148.

Pages

Notice sur la cinquième année des observations thermométriques et pluviométriques suisses, ainsi que sur les résultats des cinq années sous le rapport du décroissement de la température avec la hauteur, par M. le professeur *Gautier*. 5

Note sur les anciens glaciers du plateau central de la France, par M. *Ed. Collomb* 24

Notice historique et descriptive sur trois espèces de grenouilles rousses observées en Europe, par M. *V. Fatio*. 33

De l'existence de l'homme à l'époque tertiaire. . . 97

Note sur les ossements humains trouvés dans le pliocène inférieur de Savone, par M. le Dr *E.-T. Hamy* 112

Note sur la craie de la Galicie orientale, par M. *Ernest Favre*. 118

Sur l'illumination des corps transparents, par M. *J.-L. Soret* 129

Sur la polarisation et la couleur bleue de la lumière réfléchie par l'eau ou par l'air, par M. le professeur *Ed. Hagenbach* 176

Pages

Observations sur la Note précédente, par M. *J.-L. Soret*. 180

Recherches thermochimiques, par M. *Jul. Thomsen*. 201

Note sur la variété rouge de l'Ecrevisse commune, *Astacus fluviatilis* (rondelet), par M. *Godefroy Lunel*. 207

Évaporation du sol et des plantes, par M. *Eugène Risler*. 214

De la poussière qui flotte dans l'atmosphère, par M. *A. de la Rive* 229

Revue des travaux relatifs à la géologie et à la paléontologie de la Suisse pendant l'année 1869, par *M. Ernest Favre* 289

Note sur les Cladocères des grands lacs de la Suisse, par M. *P.-E. Müller*. 317

Recherches thermochimiques, par M. *Jul. Thomsen*. 341

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Le Sidérostat de Léon Foucault..... 50

PHYSIQUE.

K. Schultz-Sellack. De la diathermanéité d'une série de corps pour la chaleur obscure..... 54

J.-C. Poggendorff. Sur une simplification apportée à la construction et à l'emploi de la machine à influence de Holtz, premier modèle..... 58

G. Magnus. Variations qu'éprouve l'intensité du rayonnement calorifique d'un corps avec le degré de poli de sa surface 64

Action du magnétisme sur les gaz..... 182

M.-F. Hugueny. Sur le coup de foudre de l'île du Rhin. près Strasbourg..... 184

Pages

J.-C. Poggendorff. Du pouvoir électrique des pointes... 187

E.-H. Vierth. Vibrations des lames d'air comparées à celles des plaques solides 190

L. Dufour. Note sur la différence entre la pluie et l'évaporation observée à Lausanne..... 243

J.-N. Lockyer. Remarques sur l'éclipse récente du soleil telle qu'elle a été observée aux États-Unis.... 252

F. Guthrie. Sur le rapprochement dû aux vibrations... 258

H. Knoblauch. Sur le passage de la chaleur rayonnante à travers le sel gemme et la sylvine..... 259

Spectres des gaz à différentes températures 262

J.-C. Poggendorff. Du déplacement de l'enveloppe lumineuse qui entoure l'électrode négative lors du passage de l'étincelle d'induction dans l'air raréfié..... 268

E. Warburg. De l'effet du son sur le magnétisme du fer 270

E. Frankland et *J.-N. Lockyer.* Recherches sur les spectres gazeux par rapport à la constitution physique du soleil, des étoiles et des nébuleuses..... 349

CHIMIE.

Th. Graham. Nouvelles recherches sur l'hydrogénium. 69

Julius Thomsen. Recherches thermo-chimiques; 2me partie: Sur les hydracides du chlore, du brome, de l'iode, du fluor et du cyanogène 73

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Cienkowski. Sur les Clathrulina, nouveau genre d'Actinophryens. — *Greeff.* Sur l'Act. Eichhornii et un nouveau Rhizopode d'eau douce. — *Le même.* Sur les radiolaires et leurs proches parents parmi les Rhizopodes d'eau douce. — *Focke.* Sur des radiolaires d'eau douce dépourvus de coque. — *Grenacher.* Remarques sur l'Acanthocystis viridis. — *Le même.* Sur l'Actinophrys Sol.—*Archer.* Sur des Rhizopodes d'eau douce nouveaux ou peu connus..... 76

Maurice Girard. Études sur la chaleur libre dégagée

Pages

par les animaux invertébrés, et spécialement les insectes 83

E. Mecznikow. Développement embryonnaire du Bothriocephalus proboscideus. 87

C.-Th. de Siebold. Sur la parthénogénèse chez le Polistes gallica..... 271

Félix Plateau. Recherches sur les crustacés d'eau douce de Belgique..... 351

P.-E. Müller. Les Cladocères du Danemark 357

Le même. Contribution à l'histoire de la reproduction des Cladocères..... 357

BOTANIQUE.

A. Millardet. Le Prothallium mâle des Cryptogames vasculaires 275

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

Observations faites pendant le mois de décembre 1869. 89

Idem. pendant le mois de janvier 1870... 193

Idem. pendant le mois de février..... 281

Idem. pendant le mois de mars 373

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 3225